ESSENTIALS

OF

MATRICULATION SCIENCE

(IN BENGALI)

By

HIMANGSHU KUMAR SABOOD, B. Sc., M. A.

Teacher, Uluberia H. E. School.

Formerly senior Science and Mathematics Teacher, Bakhrahat (24-pgs.), Burikhali & Pirpur H. E. Schools Howrah.

1 9 4 1

DESHBANDHU BOOK DEPOT.
54/A, Vivekananda Road, Calcutta.

Price Annas Fourteen.

Published by—

RADHIKA PRASAD BANERJEE,

54/A, Vivekananda Road, Calcutta.

To be had of—

J. C. Banerjee & Co.—College Street, Calcutta.
Sarvamangala Library—Canning Street, Calcutta.
Sreeguru Library—204, Cornwallis St , Calcutta.
Hiralal Patra—Ghatal, Midnapore.
Bandhab Pustakalaya—Tumluk, Midnapore
Bani Mandir—Uluberia, Howrah.
Sarada Library—Champadang, Hooghly.
Teachers' Stall—Krishananagore, Nadia.
Saraswati Library—Charial, Budge Budge.
Subhas Book Depot—Batore, Howrah.
Burdwan Book Company—Burdwan.
Chattopadhaya Bros—Khulna.
Binapani Library—Nachinda Bazar, Contai.
Sabitri Pustakalaya—Jhargram, Midnapore.
J. C. Mahapatra—Manglamaro, Midnapore.
India Library—Mymensingh.

Printed by—

GOURI SANKAR PAL.

BHARATI PRESS, Calcutta.

ব্যবধান, আণবিক আকর্ষণ অপেক্ষা অনেক বেশী বাড়িয়া যায় ; সুতরাং উহারা বায়বীয় অবস্থা প্রাপ্ত হয়।

উত্তাপ দিলে কঠিন বরফ তরল জলে এবং তরল জল বায়বীয়-বাষ্পে পরিণত হয় ; আবার তাপ কমাইয়া শীতল করিলে জলীয় বাষ্প জলে এবং জল বরফে পরিণত হয়।

Q 3. Enumerate the general properties of matter with illustrations.

Ans. সকল পদার্থেরই কয়েকটি সাধারণ গুণ আছে ; যথা—

(১) **ওজন** (Weight)—সকল পদার্থেরই ওজন আছে।

(২) **বিস্তৃতি** (Extension)—প্রত্যেক পদার্থই কিছু না কিছু স্থান অধিকার করে।

(৩) **অভেদ্যতা** (Impenetrability)—পরস্পর পৃথক দুইটি পদার্থ একসংগে একই স্থানে থাকিতে পারে না। কাঠে পেরেক পুতিলে, উহা ভিতরে প্রবেশ করে বটে, কিন্তু কাঠ চারিদিকে সরিয়া গিয়া উহার স্থান করিয়া দেয়। পেরেক যে-স্থান দখল করিল, তথায় কাঠ থাকিতে পারিল না।

(৪) **নিষ্ক্রিয়তা** (Inentia)—কোন পদার্থই আপনা হইতে চলিতে বা থামিতে পারে না। মেজের উপর যে মার্বেলটি স্থির হইয়া রহিয়াছে, উহা আপনা-হইতে কখনই চলিতে পারিবে না ; আবার উহাকে চালাইয়া দিলে, উহা আপনা-হইতে কখনই স্থির হইবে না। তবে যে উহা কিছু দূর গিয়া থামিয়া যায়, তাহা ভূমি ও বায়ুর ঘর্ষণ-জনিত রোধ-শক্তির বলে ঘটিয়া থাকে।

(৫) **মহাকর্ষ** (Gravitation)—সকল পদার্থই পরস্পরকে আকর্ষণ করিতেছে ; এই আকর্ষণ সকল স্থানে এবং সকল সময়েই বর্তমান। পৃথিবীর মত একটি প্রকাণ্ড পদার্থ বস্তুমাত্রকেই সর্বদা প্রবলবেগে আকর্ষণ করিতেছে বলিয়া বস্তুসমূহ পরস্পরের ক্ষুদ্র আকর্ষণ অনুভব করিতে পারে না। পদার্থের বস্তুমাত্রা ও দূরত্ব অনুসারে এই আকর্ষণের তারতম্য ঘটিয়া থাকে।

(৬) **বিভাজ্যতা** (Divisibility)—পদার্থকে অসংখ্য ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র অংশে বিভক্ত করা যায়। এক গ্লাস জলে এক ফোঁটা কালি ফেলিলে, অল্পক্ষণের মধ্যেই উহা সহস্রধা বিভক্ত হইয়া সমস্ত জলেই ব্যাপ্ত হইয়া যায়।

(৭) **স্থিতিস্থাপকতা** (Elasticity)—শক্তি প্রয়োগ করিলে পদার্থ মাত্রেরই আয়তন পরিবর্তিত হয়, এবং ঐ শক্তি সরাইয়া লইলে উহা পূর্বাবস্থা প্রাপ্ত হয়। ইহাই পদার্থের স্থিতিস্থাপকতা ধর্ম। ঘড়ির স্প্রিং টানিয়া ধরিলে, সোজা হয় ; ছাড়িয়া দিলে আবার পূর্বের মতই গুটাইয়া যায়।

(৮) **সচ্ছিদ্রতা** (Porosity)—পদার্থ মাত্রেরই অংগে অসংখ্য সূক্ষ্ম সূক্ষ্ম ছিদ্র আছে। উহাদিগকে দেখিতে পাওয়া যায় না বটে, কিন্তু উহাদের ক্রিয়া দেখিতে পাওয়া যায়। টেবিলে কালি ফেলিলে যে দাগ হয়, তাহা উহার ঐ সূক্ষ্ম সূক্ষ্ম ছিদ্র আছে বলিয়াই।

(৯) **সংসক্তি** (Cohesion)—পদার্থ মাত্রেরই সংসক্তি অর্থাৎ বাঁধুনি আছে। কঠিন পদার্থে এই গুণ বেশী, তরল পদার্থে অপেক্ষাকৃত কম এবং বায়বীয় পদার্থে উহা আরও কম।

(১০) **রোধ** (Resistance)—পদার্থ মাত্রেই এই গুণ অল্পাধিক বর্তমান। পদার্থের সংসক্তি-ধর্মের তারতম্যে এই গুণের তারতম্য ঘটে। পাথরে, জলে এবং বাতাসে ছড়ির আঘাত করিলে, কঠিন পদার্থের রোধ-শক্তি যে সর্বাধিক, তরলের অপেক্ষাকৃত কম এবং বায়বীয় পদার্থের সর্বাপেক্ষা অল্প, তাহা বেশ বুঝিতে পারা যায়।

(১১) **অবিনাশিতা** (Conservation of mass)—বস্তুমাত্রই রূপান্তরিত হয়, কিন্তু ধ্বংস প্রাপ্ত হয় না।

Q 4. How can you prove that matter is indestructible?

Or. What do you mean by conservation of mass and how can you prove it ?

Ans. ইন্দ্রিয়গ্রাহ্য এবং ওজন-বিশিষ্ট বস্তুমাত্রকেই আমরা পদার্থ নাম দিয়া থাকি। ইট, কাঠ, জল, বায়ু—ইহারা সকলই পদার্থ। এই পদার্থ-জগতের কার্যকলাপের প্রতি লক্ষ্য করিলে আপাততঃ মনে হইবে যে, পদার্থ মাত্রই ধ্বংসশীল। জল ফুটাইলে, উহা কোথায় অদৃশ্য হইয়া যায়; মোমবাতি পোড়াইলে মোম এবং বাতি উভয়েই পুড়িয়া অদৃশ্য হয়; জলে মিছরি ফেলিলে, কিছুক্ষণ পরে মিছরি আর দেখিতে পাওয়া যায় না; এইরূপ ব্যাপার, পদার্থের ধ্বংসশীলতা নির্দেশ করে।

কিন্তু বিশেষ ভাবে পরীক্ষা করিয়া দেখিলে বুঝিতে পারা যায় যে, জল ফুটাইলে অদৃশ্য জলীয়বাষ্পে পরিণত হয় বলিয়া জলকে আর দেখিতে পাওয়া যায় না; মোমবাতি জ্বালাইলে উহা অদৃশ্য গ্যাসে রূপান্তরিত হয়, কিন্তু ধ্বংসপ্রাপ্ত হয় না; আবার জলে মিছরি ফেলিলে, জলের আণবিক ব্যবধানের মধ্যে মিছরির কণাগুলি আত্মগোপন করে, কিন্তু ধ্বংসপ্রাপ্ত হয় না। সকল ক্ষেত্রেই পূর্ব্ব-পদার্থ ও রূপান্তরিত পদার্থ, এই উভয়ের ওজন সমান থাকে।

এই প্রকার পর্য্যবেক্ষণ দ্বারা বৈজ্ঞানিকগণ স্থির করিয়াছেন যে, জগতে পদার্থের ধ্বংস নাই, এবং পদার্থের মোট পরিমাণের হ্রাসবৃদ্ধিও কোন ক্রমে সংঘটিত হয় না। ইহাই পদার্থের অবিনাশিতা এবং ইহাই বিজ্ঞান জগতের শ্রেষ্ঠ আবিষ্কার-সমূহের অন্যতম।

Q 5. How would you show that water exerts equal pressure in all directions at a point within it ?

Ans. জলমধ্যস্থ কোন বিন্দুর চারিদিকেই সমানভাবে জলের চাপ পড়িয়া থাকে। ইহা নিম্নোক্ত উপায়ে সহজে প্রমাণ করা যায়।

একটি কাচ-নলকে, রবারের পাতলা-পাত দিয়া মুখবাঁধা একটি কাচের চোঙের সহিত রবার-নল দ্বারা সংযুক্ত করা হইল। কাচনলে একবিন্দু জল প্রবেশ করান হইল; এই জলবিন্দুই চাপ-নির্দ্দেশক (Index); কারণ, চোঙের মুখের পাতলা আবরণটিতে যে পরিমাণ চাপ দাওয়া হয়, চোঙ ও নলের অভ্যন্তরস্থ বাতাসও ঐ নির্দ্দেশক জলবিন্দুটিকে সেই পরিমাণে দূরে বা নিকটে সরাইয়া দেয়।

এইবার একটি জলপূর্ণ পাত্রে চোঙ্‌টি ডুবাইয়া, জলের গভীরতা সমান রাখিয়া, চোঙের রবার-ঢাকা মুখটি, উপরে, নীচে, পার্শ্বে, যে-দিকেই ঘুরান যাউক না কেন, দেখা যাইবে যে, ঐ নির্দ্দেশক-বিন্দুটি একই স্থানে একই ভাবে স্থির রহিয়াছে। ইহা হইতেই বুঝিতে পারা যায় যে জলমধ্যস্থিত কোন বিন্দুর উপর সকলদিক হইতেই জলের সমান চাপ পড়ে।

Q 6. How would you show that pressure exerted anywhere on a mass of water is transmitted equally, in all directions?

Or. State and prove Pascal's law about the transmission of fluid pressure.

Ans. জল বা যে-কোন তরল পদার্থের উপর চাপ দিলে ঐ চাপ সকল দিকে সমান ভাবে বিস্তৃত হয়। বৈজ্ঞানিক **পাশ্‌কেল** (Pascal) এই তথ্যটি আবিষ্কার করিয়াছিলেন। ইহা নিম্নলিখিত উপায়ে সহজে প্রমাণ করিতে পারা যায়।

একটি ফাঁপা রবারের বল জলপূর্ণ করিয়া, একটি পিনের সাহায্যে উহার গায়ের চারিদিকে কয়েকটি ছিদ্র করা গেল; ছিদ্রগুলি সূক্ষ্ম বলিয়া জল বাহির হইয়া আসিবে না। এইবার বলটি একটু টিপিলেই দেখা যাইবে যে ছিদ্রগুলি দিয়া তীরের মত সমান ধারায় জল বাহির হইয়া আসিতেছে। ইহা হইতেই বুঝা

যায় যে, জল বা যে-কোন তরল পদার্থের উপর চাপ দিলে, ঐ চাপ সকলদিকে সমানভাবে বিস্তৃত হয়।

Q 7. What do you mean by buoyancy of water ? State and verify Archemedes's principle.

Ans. (i) **প্লাবিতা** (Buoyancy)—কোন সমচতুষ্কোণ ধাতুখণ্ড জলে ডুবাইলে চারিদিক হইতে জলের চাপ উহার উপর লম্বভাবে পতিত হয়। পাশগুলি একই গভীরতায় এবং পরস্পর বিপরীত মুখে থাকে ; তাই, উহাদের উপর পতিত, সমান এবং বিপরীতমুখী চাপগুলির ক্রিয়া প্রকাশ পায় না ; কিন্তু নীচের তলের গভীরতা অপেক্ষাকৃত বেশী বলিয়া উহার উপর ঊর্ধ্বচাপ, উপরের তলে পতিত নিম্নচাপ অপেক্ষা অধিক হয়। সুতরাং চারিদিক হইতে বস্তুটির উপর চাপ পড়িলেও শুধু ঊর্ধ্বচাপই প্রকাশ পায়। জলের এই ঊর্ধ্বচাপকেই জলের **প্লাবিতা** (Buoyancy) বলা হয় এবং ইহারই ফলে কোন বস্তুকে জলে ডুবাইলে বস্তুটির ওজন কমিয়া যায়। যে পরিমাণ ওজন কমে, তাহাই বস্তুটির উপর জলের প্লাবিতার পরিমাণ।

(ii) কোন পদার্থ জলে কিংবা অন্য কোন তরল পদার্থে ডুবাইলে, যে পরিমাণ জল বা তরল পদার্থ অপসারিত হয়, উহা সেই-পরিমাণ জল বা তরল পদার্থের ওজন হারায়। ইহাই **আর্কিমেদিজের সূত্র,** এবং ইহার একটি সহজ পরীক্ষা এইরূপ—

এক টুক্‌রা পাথর, বাতাসে ওজন করার পর, জলে রাখিয়া ওজন করিলে দেখা যায়—প্রথম ওজন অপেক্ষা দ্বিতীয় ওজন কম। এই ওজন কতটুকু কম হইল তাহা স্থির জানিয়া, এই পাথর টুক্‌রাটি একটি পার্শ্বনল (Side tube) বিশিষ্ট জলপূর্ণ পাত্রের মধ্যে ফেলিতে হইবে। এইরূপ করিলে পাথর টুকরাটির সম-আয়তন জল, পার্শ্ব-নল দিয়া বাহির হইবে। এই জল পাত্রান্তরে সংগ্রহ করিয়া

ওজন করিলে দেখা যাইবে যে এই জলের ওজন এবং পাথরটিকে জলের মধ্যে রাখিয়া ওজন করায় উহার ওজন যতটুকু কমিয়াছে, তাহা এই উভয়ই সমান।

Q 8. What do you mean **by "Water finds** its own level" ? Give practical illustration. Or, Explain the principle of water-supply in large towns.

Ans যে-কোন U-এর আকার বিশিষ্ট নলের একটি বাহুতে জল ঢালিলে ঐ জল নলের অপর বাহুতেও প্রবেশ করে এবং অবশেষে দুই বাহুর জলের উপরিভাগ একই সমতলে অবস্থান করে। ইহাই জলের "সমোচ্চশীলতা" ধর্ম, এবং এই জন্যই জল নিজতল খুঁজিয়া থাকে বলা হয়।

জলের এই সমোচ্চশীলতা ধর্মের সাহায্য লইয়াই বড় বড় শহরে জল সরবরাহ করা হয়। কোন স্থানে খুব উঁচুতে বড় একটি ট্যাংক্ বসাইয়া উহার উপরে ও তলায় এক একটি করিয়া দুইটি মোটা নল সংযুক্ত করা হয়। পাম্পের সাহায্যে উপরের মোটা নলটি দিয়া ট্যাংকটি জলপূর্ণ করা হয়। তলার নলটির সহিত রাস্তার মাটির নীচের বড় বড় মোটা নলগুলি সংযুক্ত থাকে। রাস্তার এই নলগুলির সহিত প্রত্যেক বাটীর অপেক্ষাকৃত সরু নলগুলি লাগান থাকে। ট্যাংকের তলার নল দিয়া জল স্বতঃই নামিয়া আসে এবং সমোচ্চশীলতা ধর্মবশতঃ উহা ট্যাংকের জলের উপরের তল পর্যন্ত উঠিতে চায়। ফলে, ঐ জল নলের মুখ দিয়া বেগে বাহির হইতে থাকে। নলের মুখে প্যাঁচকল আঁটিয়া জলের পতন নিয়ন্ত্রিত করা হয়। কলিকাতার মত বড় বড় শহরেও এই উপায়ে জল সরবরাহ হইয়া থাকে।

Q 9. State and prove some of the physical properties of water.

Ans. তরল অবস্থায় জলের কয়েকটি বিশেষ ধর্ম দেওয়া হইল—

(i) জলের নির্দিষ্ট আয়তন আছে, কিন্তু নির্দিষ্ট আকার নাই; যে পাত্রে থাকে তাহারই আকৃতি গ্রহণ করে।

(ii) জল সকল সময় ঢালুদিকে গড়াইয়া যায়।

(iii) চাপ দিলে জলের আয়তন বিশেষ হ্রাস প্রাপ্ত হয় না।

(iv) জল, উহার মধ্যস্থ কোন বিন্দুর উপর সকল দিক হইতেই সমান ভাবে চাপ দেয়। পরীক্ষার জন্য Q 5.-এর উত্তর দেখ।

(v) জলের উপর চাপ দিলে, ঐ চাপ সকল দিকে সমান ভাবে বিস্তৃত হয়। পরীক্ষার জন্য Q 6-এর উত্তর দেখ।

(vi) জল সর্বদা নিজতল খুঁজিয়া থাকে। পরীক্ষার জন্য Q 8-এর উত্তরের প্রথমাংশ দেখ।

(vii) জলের প্লাবিতা আছে। পরীক্ষার জন্য, Q 7-এর উত্তর দেখ।

(viii) জল শব্দবহ। জলে ডুবিয়া কথা বলিলে বা কোন শব্দ করিলে ঐ শব্দ শুনিতে পাওয়া যায়। জল শব্দবহ না হইলে এইরূপ হইত না।

Q 10. (i) Under what conditions do bodies float or sink ? (ii) Explain why an iron-ship floats on water though a piece of iron sinks in it.

Ans (i) কোন পদার্থকে জলে ডুবাইলে উহার উপর দুইটি শক্তি কার্য করে। (১) মাধ্যাকর্ষণ শক্তি উহাকে নিম্নদিকে আকর্ষণ করে, এবং (২) পদার্থটির উপর জলের প্লাবিতা বা ঊর্ধ্বচাপ উহাকে উপরদিকে ঠেলিয়া তুলে। যদি প্রথম শক্তি প্রবল হয়, তবে পদার্থটি ডুবিয়া নিম্নগামী হয়; এবং যদি দ্বিতীয় শক্তি প্রবল হয়, অর্থাৎ পদার্থটির ওজন অপেক্ষা, পদার্থটির সমায়তন জলের ওজন অধিক হয়, তবে পদার্থটি জলে ভাসিয়া উঠে।

(ii) এক টুকরা লোহার ওজন উহার সমায়তন জলের ওজন অপেক্ষা অধিক; তাই লোহার টুকরাটি জলে ডুবে। কিন্তু লৌহনির্মিত বৃহদায়তন জাহাজের ওজন উহার সমায়তন জলের ওজন অপেক্ষা অনেক কম; তাই উহা জলে ভাসে।

Q 11. Prove that air has weight.

Ans. একটি প্যাঁচকলযুক্ত কাচের গোলককে বাত-পাম্পের সাহায্যে বায়ুশূন্য করিয়া প্যাঁচকল দ্বারা উহার মুখ বন্ধ করিবার পর, সূক্ষ্ম তুলাদণ্ডে ওজন করিতে হইবে। তুলাদণ্ডের ভারসাম্য-অবস্থায় গোলকটির প্যাঁচ খুলিয়া দিলে, যে পাল্লায় গোলকটি বসান আছে, তাহা নামিয়া পড়িবে। গোলকটির মধ্যে প্রবিষ্ট বায়ুর ওজন, বায়ুশূন্য গোলকটির ওজনকে বাড়াইয়া দিয়াছে। বায়ুর যে ওজন আছে, এই পরীক্ষা দ্বারা তাহা বুঝা গেল।

Q 12. Describe some experiment to prove the downward pressure of air.

Ans. দুইমুখ-খোলা একটি কাচের চোঙের একটি মুখ বাত-পাম্পের প্লেটের উপর বসাইয়া, প্লেট ও চোঙের সন্ধিস্থল ভেস্‌লিন দ্বারা বন্ধ করিতে হইবে। পরে চোঙের অন্য মুখটি, রবারের পাতলা চাদর দিয়া বন্ধ করিয়া, বাতপাম্প চালাইলে দেখা যাইবে যে, চোঙের মুখের রবারের চাদরটি চোঙটির ভিতরে নামিয়া যাইতেছে। বাত-পাম্প চালাইবার পূর্ব্বে রবারের উপরে ও নীচে সমান ও বিপরীতমুখী চাপ পড়ায় রবার ঠিক সমতল অবস্থায় ছিল; বাতপাম্প চালাইবার পর রবারের নিম্নস্থ বায়ুর ঊর্ধ্বচাপ কমিয়া যাওয়ায়, উপরিস্থ বায়ুর প্রবল নিম্নচাপে, মুখের রবার চাদর চোঙের মধ্যে প্রবেশ করিতেছে।

Q 13. What experiment would you make to prove the upward pressure of air ?

Ans. একটি কাচের গ্লাস কানায় কানায় জলপূর্ণ করিয়া, উহার মুখে এমন ভাবে একখণ্ড কাগজ লাগাইতে হইবে, যাহাতে উহার মধ্যে অতি অল্প বাতাসও প্রবেশ করিতে না পারে। এইবার ডানহাতে গ্লাসটি ধরিয়া, উহার মুখে বাঁ হাত চাপা দিয়া উপুড় করিলে দেখা যাইবে যে, বাঁ হাত সরাইয়া লইলেও জল পড়িতেছে না। কাগজের নিম্নস্থ বায়ুর অপেক্ষাকৃত অধিক উর্ধ্বচাপের ফলেই এইরূপ হইয়াছে।

Q 14. What do you mean by buoyancy of air and how will you prove it ? Or, What is a Baroscope and what does it prove ?

Ans. বাতাসের উর্ধ্বচাপকেই বাতাসের **প্লাবিতা** (Buoyancy) বলা হয়। যে-যন্ত্রের সাহায্যে বাতাসের এই প্লাবিতা পরীক্ষিত হয়, সেই যন্ত্রের নাম **ব্যারোস্কোপ** (Baroscope)। এই যন্ত্রে, একটি নিক্তির দুইদিকে দুইটি পাল্লার পরিবর্তে, একদিকে একটি কাঁচের ফাঁপা বল এবং অন্যদিকে উহারই সমান ওজনের একটি ছোট বাটখারা ঝোলান থাকে। সমস্ত যন্ত্রটি একটি বাত-পাম্পের প্লেটের উপর রাখিয়া একটি কাচপাত্র দিয়া ঢাকিয়া দেওয়া হয়। যতক্ষণ ভিতরে বাতাস থাকে ততক্ষণ উভয় দিকেই ওজন সমান বলিয়া কোনদিকেই নিক্তির ঝোঁক থাকে না। এইবার বাত-পাম্প চালাইয়া বায়ু বাহির করিয়া লইলে দেখা যাইবে যে, কাচের বলের দিকে নিক্তির ডাণ্ডাটি ঝুঁকিয়া পড়িল। বায়ুর মধ্যে অবস্থানকালে, বলটির আয়তন বেশী বলিয়া, উহার উপর অপেক্ষাকৃত অধিক পরিমাণে বায়ুর উর্ধ্ব চাপ পড়িতেছিল। তাই বায়ুর মধ্যে বাটখারা ও বলের ওজন সমান হইলেও প্রকৃতপক্ষে বলটির ওজন বেশী। বায়ু সরাইয়া লইতেই উহা অধিক ভারে ঝুঁকিয়া পড়িল। এই প্রকারে প্রমাণিত হয় যে বায়ুর প্লাবিতা আছে।

Q 15. How would you show that sound propagates through air ?

Ans. বাত-পাম্পের প্লেটের উপর একটি মাঝারি রকমের টাইমপিস্ (ঘড়ি) রাখিয়া একটি কাচের ঢাক্‌নি দ্বারা উত্তমরূপে ঢাকিয়া দিতে হইবে। ঢাক্‌নি ও প্লেটের সন্ধিস্থলের ফাঁক, ভেস্‌লিন দ্বারা বন্ধ করিয়া বাতপাম্প চালাইলে বুঝা যাইবে যে ঘড়ির শব্দ ক্রমশঃ কমিয়া আসিতেছে। ভিতরের বায়ু সম্পূর্ণরূপে বাহির হইয়া গেলে শব্দ একেবারেই শোনা যাইবে না। এইবার বায়ু পুনরায় প্রবেশ করাইতে থাকিলে শব্দ আবার ক্রমশঃ স্পষ্ট হইতে স্পষ্টতরভাবে শোনা যাইবে। বায়ুকে আশ্রয় করিয়া শব্দ পরিচালিত হয়—ইহাই তাহার প্রমাণ।

Q 16. Describe Torricelli's experiment on the measurement of atmospheric pressure. Or, What is a Barometer ? How is it constructed ? How can it help in measuring the atmospheric pressure ?

Ans. কোন স্থানের বায়ুমণ্ডলের চাপের পরিমাণ, যে-যন্ত্রের সাহায্যে নির্ণীত হয়, তাহাকেই **বায়ুচাপমান যন্ত্র** (Barometer) বলে। বৈজ্ঞানিক **টরিচেলি** যে-পরীক্ষা দ্বারা বায়ুর চাপ নির্ণয় করিয়াছিলেন, সেই পরীক্ষার সাহায্যেই সাধারণ বায়ুচাপমান যন্ত্র প্রস্তুত করা হয়।

তিন ফুট দীর্ঘ ও একমুখ-বন্ধ একটি কাচনল এরূপ ভাবে পারদে পূর্ণ করিতে হইবে যেন ভিতরে কিছুমাত্র বাতাস না থাকে। পারদপূর্ণ নলটির মুখ ডান হাতের বুড়া আঙুল দিয়া চাপিয়া, উপুড় করিয়া, একটি পারদপূর্ণ পাত্রের পারদের মধ্যে ডুবাইয়া ধরিলে দেখা যাইবে যে, নল হইতে কিছু পারদ বাহির হইয়া আসিল এবং পাত্রস্থ পারদের সমতল হইতে প্রায় ৩০ ইঞ্চি উপর পর্যন্ত একটি পারদ স্তম্ভ দাঁড়াইয়া থাকিল। এই অবস্থায় নলটিকে ক্ল্যাম্প (Clamp) দ্বারা আটকাইয়া

লম্বভাবে দাঁড় করাইয়া রাখিলে, উহাই একটি সাধারণ **বায়ুচাপমান যন্ত্র** (**Barometer**) হইল।

এই যন্ত্রদ্বারা জানিতে পারা যায় যে বায়ুমণ্ডলের চাপের ফলে, কোন বায়ুশূন্য স্থানে, প্রায় ৩০ ইঞ্চি উচ্চ একটি পারদ স্তম্ভ দাঁড়াইয়া থাকিতে পারে। কোন স্থানের বায়ুমণ্ডলের চাপ ৩০ ইঞ্চি বলিলে, ঐ স্থানের প্রতি বর্গ-ইঞ্চিতে ঐ চাপ পড়িতেছে বুঝায় এবং উহা ৩০ ঘন ইঞ্চি আয়তনের পারদস্তম্ভের ওজন হিসাবে প্রায় ১৫ পাউণ্ড বা ৭॥০ সের।

Q 17. (i) What is Torricellian vacuum ? Is it a complete vacuum ?

(ii) How from a knowledge of Barometric pressure is the height of a place determined ?

(iii) State how the height of a Barometer can indicate the state of weather ?

(iv) How much atmospheric pressure is exerted over a body, the surface area of which is 15 Sq. ft. and how is it that the pressure is not felt ?

(v) What is meant by "The standard or normal atmospheric pressure of a place is 30 inches" ?

(vi) Give some instances of the benefits that we have derived from the presence of atmospheric pressure.

Ans. (i) সাধারণ বায়ুচাপমানযন্ত্রের পারদের উপরিস্থিত শূন্য স্থানকেই **টরিসেলির শূন্য স্থান** (Torricellian vacuum) বলা হয়। ইহা সম্পূর্ণরূপে শূন্য নহে, ইহার মধ্যে কিয়ৎপরিমাণ পারদবাষ্প বর্তমান থাকে।

(ii) যতই উপরে উঠা যায়, ততই বায়ুর চাপ একটি নির্দিষ্ট পরিমাণে কমিতে থাকে। প্রথম ৯০০ ফিটে ১ ইঞ্চি কমে, পরবর্তী ১০০০ ফিটে আর ১ ইঞ্চি, তৎপরবর্তী ১১০০ ফিটে আরও ১ ইঞ্চি, এইরূপে উচ্চতার ক্রমবৃদ্ধির সহিত বায়ুর চাপের ক্রমশঃ হ্রাস দেখিতে পাওয়া যায়। সুতরাং কোন দুইটি স্থানের বায়ু-চাপমান যন্ত্রের উচ্চতা, অর্থাৎ বায়ু-চাপের পরিমাণ, জানা থাকিলে, একটি স্থান অপরটি হইতে কত উচ্চে—তাহা বুঝিতে পারা যায়।

(iii) ঠাণ্ডা বাতাস অপেক্ষা গরম বাতাস হাল্কা; আবার যে বাতাসে জলীয়বাষ্প নাই তাহা অপেক্ষা, যে বাতাসে জলীয় বাষ্প আছে—তাহাও হাল্কা। এইজন্য বায়ু চাপমান যন্ত্রের পারদ যখন তাড়াতাড়ি নামিতে থাকে, তখন বুঝিতে হয় যে ঝড় বা বৃষ্টি আসিবার বেশী বিলম্ব নাই। কারণ, যন্ত্রের পারদ নামিয়া যাওয়াতে বুঝা যাইতেছে যে, বাতাসের চাপ কমিয়া গিয়াছে এবং উহা উত্তপ্ত ও জলীয় বাষ্পে পূর্ণ হইয়াছে। পক্ষান্তরে পারদ যখন উপরে উঠিতে থাকে, তখন সুন্দর ও পরিষ্কার দিন আসিবার বিলম্ব নাই বুঝিতে হয়। কারণ, বায়ুর চাপ বর্ধিত হওয়ায় বুঝিতে হইবে যে বায়ু শীতল ও শুষ্ক।

(iv) এক বর্গ ইঞ্চি স্থানের উপর বায়ুর চাপ = ১৫ পাউণ্ড,

সুতরাং এক বর্গ ফুটের উপর বায়ুর চাপ = ১৫ × ১৪৪ অর্থাৎ ২১৬০ পাউণ্ড, এবং ১৫ বর্গ ফুটের উপর বায়ুর চাপ = ২১৬০ × ১৫ অর্থাৎ ৩২৪০০ পাউণ্ড। যে মানুষের শরীরের বহিরায়তন ১৫ বর্গফুট, তাহার উপর ৩২৪০০ পাউণ্ড বায়ু-চাপ পড়ে। কিন্তু শরীরের ভিতর ও বাহির সবদিকেই বায়ু সমান ভাবে চাপ দেয় বলিয়া, সে সেই বায়ু-চাপের বোঝা অনুভব করিতে পারে না।

(v) সমুদ্রতলে, ৪৫° অক্ষাংশে ও শূন্যডিগ্রি (0°c) সেন্টিগ্রেড তাপমাত্রায়

ESSENTIALS
OF
MATRICULATION SCIENCE

পদার্থ-বিদ্যা

পদার্থ

Q 1. Explain the following terms—Atom, Molecule, Inter-molecular space, Molecular attraction.

Ans **পরমাণু** (Atom)—মৌলিক পদার্থ সমূহের সূক্ষ্মতম অংশকে **পরমাণু** বা Atom বলা হয়।

অণু (Molecule)—মৌলিক বা যৌগিক কোন পদার্থকে সূক্ষ্ম হইতে সূক্ষ্মতর অংশে ভাগ করিতে করিতে এরূপ অবস্থায় পৌঁছান যায়, যখন ঐ পদার্থের গুণ বা ধর্ম অক্ষুণ্ণ রাখিয়া উহাকে আর বিভক্ত করা যায় না; পদার্থের এই ক্ষুদ্রতম অংশই **অণু** বা Molecule.

আণবিক ব্যবধান (Inter-molecular space)—পদার্থমাত্রই বহু-সংখ্যক অণুর সমবায়ে গঠিত। উহারা পরস্পর দৃঢ়ভাবে সংলগ্ন থাকিয়া পদার্থটি গঠিত করিয়াছে বলিয়া প্রতীয়মান হইলেও, বস্তুতঃ তাহা নহে; উহাদের পরস্পরের মধ্যে সূক্ষ্ম ব্যবধান থাকে। এই ব্যবধানকেই **আণবিক ব্যবধান** বা Inter-molecular space বলা হয়।

আণবিক আকর্ষণ (Molecular attraction)—প্রত্যেক পদার্থের মধ্যে আণবিক ব্যবধান আছে; তাই উহার অণুগুলি নিশ্চলভাবে না থাকিয়া উহার মধ্যে

চলিয়া বেড়ায় এবং পরস্পর পরস্পরকে আকর্ষণ করে। এই আকর্ষণকেই **আণবিক আকর্ষণ** বা Molecular attraction বলা হয়।

Q 2. Define matter and show that it exists in three different states. Explain the effect of heat on the state of matter.

Ans. পদার্থ (Matter)—ইন্দ্রিয়গ্রাহ্য এবং ওজনবিশিষ্ট বস্তুমাত্রকেই **পদার্থ** (Matter) বলা হয়। ইট, কাঠ, পাথর, জল, বায়ু—ইহারা সকলই পদার্থ।

আণবিক ব্যবধান, আণবিক আকর্ষণ ও আণবিক গতির হ্রাসবৃদ্ধির ফলে পদার্থের গঠন তিন প্রকার ; যথা—

(১) **কঠিন** (Solid)—ইহাদের (i) আণবিক আকর্ষণ খুব বেশী, (ii) আণবিক গতিমাত্রা ও (iii) আণবিক ব্যবধান খুব কম ; কাজেই অণুগুলি জমাট বাঁধিয়া থাকে ; যেমন ইট, কাঠ, লোহা, বই, শ্লেট ইত্যাদি।

(২) **তরল** (Liquid)—ইহাদের (i) আণবিক আকর্ষণ কম, (ii) আণবিক গতি ও (iii) আণবিক ব্যবধান বেশী ; কাজেই ইহাদের অণুগুলি অপেক্ষাকৃত আল্‌গাভাবে থাকে ; যেমন জল, দুধ, মধু ইত্যাদি।

(৩) **বায়বীয়** (Gas)—ইহাদের (i) আণবিক আকর্ষণ খুব কম, (ii) আণবিক গতি ও (iii) আণবিক ব্যবধান খুব বেশী ; সুতরাং অণুগুলি খুব স্বাধীনভাবে চলাফেরা করে এবং চারিদিকে ছড়াইয়া পড়ে ; যেমন বায়ু, ষ্টীম, হাইড্রোজেন ইত্যাদি।

উত্তাপ দিলে পদার্থের এই তিনটি অবস্থার ভিন্ন ভিন্ন রূপ পরিবর্তন হয়। কঠিন পদার্থে উত্তাপ দিলে উহাদের আণবিক গতি ও ব্যবধান বর্ধিত হয় এবং আণবিক আকর্ষণ উহাদিগকে কঠিন রাখিতে পারে না ; তখন উহারা তরল অবস্থায় পরিণত হয়। তরল পদার্থে তাপ দিলে উহাদের আণবিক গতি ও

বায়ু মণ্ডলের যে পরিমাণ চাপ পড়ে—তাহাই Standard বা Normal atmospheric pressure. এই অবস্থায় বায়ুচাপমানযন্ত্রের পারদস্তম্ভের উচ্চতা ৩০ ইঞ্চি এবং চাপ-পরিমাণ ১৪·৭৫ অর্থাৎ প্রায় ১৫ পাউণ্ড।

(vi) বায়ুমণ্ডলের চাপ আছে বলিয়া, উহার সাহায্যে আমরা অনেক কাজ করিয়া থাকি। সাইফোন (Syphon) নলের সাহায্যে তরল পদার্থকে একপাত্র হইতে অন্যপাত্রে লইয়া যাওয়া, পাম্পের সাহায্যে জলতোলা, পিচকারির ব্যবহার, কালিতোলা নলে কালিতোলা, দুধ জল প্রভৃতি চুষিয়া পান করা, দমকলের সাহায্যে আগুন নিবান, ট্রাম, মটর, রেল প্রভৃতি চলন্ত গাড়ি ভ্যাকুয়াম-ব্রেকের সাহায্যে হঠাৎ থামাইয়া দেওয়া প্রভৃতি নানাবিধ কার্য বায়ুর চাপ আছে বলিয়াই সাধিত হয়।

Q 18. State and prove the different physical properties of air.

Ans. (i) বায়ুর আকার ও আয়তন কিছুই নাই। যে পাত্রে থাকে তাহারই আকার ও আয়তন প্রাপ্ত হয়।

(ii) চাপদ্বারা বায়ু সংকুচিত হয়; চাপ সরাইয়া লইলে আবার পূর্বাবস্থা প্রাপ্ত হয়।

(iii) ইহার ওজন আছে। পরীক্ষার জন্য, Q. 11-এর উত্তর দেখ।

(iv) বায়ু চাপ দেয়। পরীক্ষার জন্য, Q. 12-এর উত্তর দেখ।

(v) ইহার প্লাবিতা আছে। পরীক্ষার জন্য, Q. 14-এর উত্তর দেখ।

(vi) ইহা শব্দের বাহন। পরীক্ষার জন্য, Q. 15-এর উত্তর দেখ।

পদার্থ-বিদ্যা

তাপ

Q 19. What is 'Energy'? In what different forms does it exist? Show by practical illustrations that energy may be changed from one form to another; (or, Explain what is meant by conservation of energy.)

Ans. (i) উত্তাপ, আলোক প্রভৃতিকেই আমরা শক্তি নাম দিয়া থাকি। পদার্থের উপরেই ইহাদের ক্রিয়া দেখা যায়। ইহাদের ওজন নাই এবং এই হিসাবে ইহারা পদার্থ হইতে পৃথক্।

(ii) শক্তি নানা প্রকারের ;—(১) **যান্ত্রিকশক্তি** (Mechanical energy), (২) **তাপশক্তি** (Heat energy), (৩) **আলোকশক্তি** (Light energy) (৪) **শব্দশক্তি** (Sound energy), (৫) **চুম্বকশক্তি** (Magnetic energy), (৬) **তড়িৎশক্তি** (Electric energy); (৭) **রাসায়নিকশক্তি** (Chemical energy)।

(iii) জগতে শক্তির উৎপত্তি ও বিনাশ নাই ; ইহাকেই শক্তির "সনাতনতা" বা Conservation of energy বলা হয়। শক্তি একরূপ হইতে অন্যরূপে পরিণত হইতে পারে, কিন্তু বিনষ্ট হয় না। নিম্নলিখিত উদাহরণ দ্বারা ইহা স্পষ্ট বুঝা যাইবে—

(১) এঞ্জিনের ভিতরের তাপশক্তি, এঞ্জিনের গতিরূপ যান্ত্রিক শক্তিতে পরিণত হয়। (২) দুই হাত পরস্পর ঘষিলে তাপ অনুভূত হয় ; ইহাতে যান্ত্রিক

শক্তি তাপশক্তিতে পরিণত হইতেছে। (৩) তড়িৎশক্তিতে ট্রাম চলে ও পাখা ঘোরে ; ইহাতে তড়িৎ শক্তি যান্ত্রিক শক্তিতে পরিণত হইতেছে। (৪) ডাইনামো (Dynamo)তে ষ্টীম-এঞ্জিনের যান্ত্রিক গতিশক্তি তড়িৎ উৎপন্ন করে, অর্থাৎ তড়িৎ শক্তিতে রূপান্তরিত হয়। (৫) ষ্টোরেজ সেল (Storage cell)এ রাসায়নিক শক্তি তড়িৎশক্তির রূপ প্রাপ্ত হয়। এইরূপে একশক্তি অন্যশক্তিতে রূপান্তরিত হয়, কিন্তু বিনষ্ট হয় না।

Q. 20. Define temperature and describe the process of constructing and graduating a thermometer.

Ans. (i) এক পদার্থ হইতে অন্য পদার্থে তাপ প্রবাহিত হইয়া যাইবে, অথবা দ্বিতীয়টি হইতে প্রথম পদার্থে তাপ আসিবে—ইহা যদ্বারা নির্ণীত হয়, তাহাই **তাপমাত্রা** বা Temperature.

(ii) তাপমাত্রা নির্ণয় করিবার জন্য যে যন্ত্র ব্যবহৃত হয়, তাহা **তাপমান যন্ত্র** বা Thermometer। ইহার নির্মাণ প্রণালী এইরূপ—

একমুখে একটি চোঙ এবং অন্যদিকে একটি গোলক (Bulb)যুক্ত অতি সূক্ষ্ম-ছিদ্রের একটি কাচনল লইতে হইবে। চোঙে কিছু বিশুদ্ধ পারদ ঢালিয়া দিয়া গোলকটি পর্যায়ক্রমে উত্তপ্ত ও শীতল করিতে থাকিলে, চোঙের পারদ নলের ছিদ্র দিয়া নামিয়া আসিয়া, গোলকটিকে পূর্ণ করিবে। গোলকটিতে উত্তাপ দিতে থাকিলে নলের অভ্যন্তরস্থ বায়ু ক্রমশঃ বাহির হইয়া গিয়া নলের ছিদ্রটি যখন পারদ-বাষ্পে পূর্ণ হইয়া যাইবে, তখন উপরের চোঙটি ভাঙিয়া দিয়া ঐ ভগ্ন মুখটি জুড়িয়া দিতে হইবে। এইবার ইহার গাত্র, ডিগ্রি প্রভৃতি চিহ্নে চিহ্নিত করিবার জন্য—গোলকটিকে (Bulb) গলন্ত বরফের মধ্যে কিছুক্ষণ ডুবাইয়া রাখিয়া, পারদ যেখানে স্থির থাকে, তথায় একটি দাগ দিতে হয়। পরে ফুটন্ত জলে ডুবাইলে পারদ যেখানে স্থির থাকে, সেখানেও একটি দাগ দিতে হয়। এইবার প্রথম দাগটিকে শূন্য '0' এবং দ্বিতীয়টিকে '১০০' ধরিয়া এই উভয়ের

মধ্যবর্তী স্থানটিকে সমশতাংশে ভাগ করিয়া এক একটি দাগ কাটিয়া দিলেই থার্মোমিটার (Centigrade) নির্মিত হইল।

Q. 21. (a) Describe the different kinds of thermometer and (b) state why mercury is chosen for use in the construction of a thermometer.

Ans. (a) নিম্নে কয়েকটি বিশেষ তাপমানযন্ত্রের বর্ণনা প্রদত্ত হইল। উহারা ভিন্ন ভিন্ন দেশে ভিন্ন ভিন্ন উদ্দেশ্যে ব্যবহৃত হইয়া থাকে—

(১) **সেণ্টিগ্রেড** (Centigrade) **থার্মোমিটার**—ইহাতে গলন্ত বরফের তাপমাত্রা শূন্য (0) ডিগ্রী এবং ফুটন্ত জলের তাপমাত্রা ১০০ ডিগ্রী ধরিয়া মধ্যবর্তী স্থানকে সমশতাংশে ভাগ করা হয়।

(২) **ফারেনহিট** (Fahrenheit) **থার্মোমিটার**—ইহাতে গলন্ত বরফের তাপমাত্রাকে ৩২ ডিগ্রী এবং ফুটন্ত জলের তাপমাত্রাকে ২১২ ডিগ্রী ধরিয়া মধ্যবর্তী স্থানকে সমান ১৮০ ভাগে ভাগ করা হয়।

(৩) **রেমার** (Rhoemar) **থার্মোমিটার**—হইতে গলন্ত বরফের তাপমাত্রা শূন্য (0) ডিগ্রী এবং ফুটন্ত জলের তাপমাত্রা ৮০ ডিগ্রী ধরিয়া মধ্যবর্তী স্থানকে সমান ৮০ ভাগে ভাগ করা হয়।

(৪) **শারীর** (Clinical) **থার্মোমিটার**—ইহা ফারেনহিট থার্মোমিটারের অনুরূপ ; কেবল এইমাত্র প্রভেদ যে—

(i) গোলক ও নলের সংযোগস্থলে নলের মুখটি সরু ; ফলে শরীরাদির তাপে পারদ বেগে সরু মুখের মধ্য দিয়া গোলক হইতে নলের মধ্যে যাইতে পারে। কিন্তু শরীর হইতে সরাইয়া আনিলে সংকোচন হয় বলিয়া পারদ সরু স্থানটিতে ছিঁড়িয়া যায়। নলের পারদ গোলকে নামিয়া আসিতে না পারিয়া তথায় পূর্ববৎ থাকিয়া যায়। সুতরাং শরীর হইতে সরাইয়া আনিলেও উহা যথার্থ তাপমাত্রা নির্দেশ করে।

(ii) ইহাতে ৯৫° হইতে ১১০° পর্যন্ত দাগ থাকে এবং এক একটি ডিগ্রী পরিমিত স্থান সমান পাঁচ ভাগে ভাগ করা থাকে।

(iii) ৯৮.৪ ডিগ্রী দাগের উপর একটি তীর-চিহ্ন থাকে; উহা আমাদের সুস্থশরীরের তাপনির্দেশক।

(b) নিম্নোক্ত কতকগুলি কারণ বশতঃ তাপমান যন্ত্রে পারদ ব্যবহৃত হইয়া থাকে:—

(১) উহা তরল; (২) উহা উজ্জ্বল; (৩) উহাদ্বারা কাচ আর্দ্র হয় না; (৪) অতিউচ্চ ও অতিনিম্ন মাত্রা পর্যন্ত তাপ ইহার দ্বারা নির্ণয় করা যায়; (৫) ইহার তাপ পরিবহন শক্তি অপেক্ষাকৃত অধিক।

Q. 22. Show that solids expand when heated.

Ans. উত্তপ্ত হইলে কঠিন পদার্থের আয়তন যে বর্ধিত হয়, তাহা এই প্রকারে দেখান যাইতে পারে;—পিতলের এমন একটি রিঙ (Ring) ও বল (Ball) লইতে হইবে যেন সাধারণ অবস্থায় বলটি রিঙের গা ঘেঁসিয়া উহার মধ্যে যাতায়াত করিতে পারে। এখন বলটিকে উত্তপ্ত করিলে দেখা যাইবে যে বলটি রিঙের মধ্যে আর প্রবেশ করিতেছে না। তাপ পাইয়া বলের আয়তন বৃদ্ধি পাইয়াছে বলিয়াই এইরূপ হইয়াছে। উত্তপ্ত বলটিতে জল ঢালিয়া শীতল করিলে উহা পুনরায় পূর্বের আয়তন প্রাপ্ত হইবে এবং পূর্বের ন্যায় রিঙের মধ্যে যাতায়াত করিবে।

Q. 23. What is a Pendulum clock? How is it compensated?

Ans. (i) লোহার বা সীসার একটি ছোট বল একগাছি সরু সূতায় বাঁধিয়া ঝুলাইয়া দিলেই একটী সরল দোলক (Simple Pendulum) প্রস্তুত হয়। দোলকের দৈর্ঘ্য বাড়িলে দোলনের সময় বেশী ও কমিলে ঐ সময় কম লাগে। দোলনের-সময় দোলকের ভার বা দোলনের বিস্তারের (Amplitude) উপর নির্ভর করে না। দোলক সাহায্যে যে ঘড়ি নির্মিত হয়—তাহাই দোলকঘড়ি বা Pendulum-

clock। ইহার দোলক ধাতুনির্মিত, এবং দোলকের দৈর্ঘ্য এরূপ পরিমাণে করা হয়, যাহাতে বলটি ১ সেকেণ্ডে সম্পূর্ণরূপে এধার হইতে ওধারে যায়। দুলিবার সময় যাহাতে দোলনের বিস্তার (Amplitude) কমিয়া না যায় এইজন্য একটি স্প্রিং, নিয়মিত সময় পরপর দোলকটিকে ধাক্কা দিতে থাকে। দোলকের সহিত একটি চাকা এরূপভাবে লাগান থাকে যাহাতে দোলকটি একবার এধার হইতে ওধারে দুলিলে, (অর্থাৎ ১ সেকেণ্ডে) চাকাটি একঘর ঘোরে। এই চাকা ৬০ ঘর ঘুরিলে উহার সহিত সংযুক্ত মিনিটের কাঁটার চাকা একঘর ঘোরে। মিনিটের চাকার সহিত ঐরূপ ঘণ্টার কাঁটার চাকা যুক্ত থাকে। এইরূপে দোলকটির দোলনের ফলে ঘড়িতে ঘণ্টা, মিনিট প্রভৃতি সূচিত হয়।

(ii) ঘড়ির দোলক ধাতুনির্মিত বলিয়া উহার দৈর্ঘ্য সকল সময় একরূপ থাকে না। শীতকালে উহা কমিয়া যাওয়ায় ঘড়ি দ্রুত (Fast) চলে এবং গ্রীষ্ম-কালে উহা বর্ধিত হওয়ায় ঘড়ি ধীরে (Slow) চলে। এইজন্য ভাল ভাল ঘড়িতে শীত গ্রীষ্ম সব ঋতুতেই ঘড়ির দৈর্ঘ্য সমান রাখিবার জন্য একপ্রকারের দোলক ব্যবহৃত হয়। উহাকে **প্রতিবিহিত** বা **সংশোধিত** (Compensated) **দোলক** (**Pendulum**) বলা হয়।

সাধারণতঃ ইহাতে পাঁচটি লোহার শিক ও চারিটি পিতলের শিক পরপর এমনভাবে সাজান থাকে, যাহাতে তাপবৃদ্ধির সংগে সংগে লোহার শিকগুলি দৈর্ঘ্যে বাড়িয়া যতখানি নিচের দিকে নামে পিতলের শিকগুলি দৈর্ঘ্যে বাড়িয়া ততখানি উপরদিকে উঠে; আবার তাপ কমিলে, লোহার শিকগুলি দৈর্ঘ্যে কমিয়া যতখানি উপরে উঠে, পিতলের শিকগুলি দৈর্ঘ্যে কমিয়া ততখানি নীচে নামে। এইরূপে তাপের হ্রাসবৃদ্ধিতেও দোলকের দৈর্ঘ্য একভাবে থাকে এবং ঘড়ি ঠিকভাবে চলে।

Q. 24. What are the effects of heat on water? What is the difference between evaporation and boiling? Define condensation. Show that water expands when heated.

Ans. (i) জলের উপর তাপের তিনটি প্রভাব লক্ষিত হয়—(১) তাপে জল গরম হয় (২) তাপমাত্রার হ্রাসবৃদ্ধিতে জলের অবস্থার পরিবর্তন ঘটে এবং (৩) তাপের প্রভাবে উহার আয়তনও বর্ধিত হয়।

(ii) **বাষ্পীভবন** (Evaporation)—সাধারণ তাপমাত্রায় জলাশয়ের উপরিভাগের জলের বাষ্প হওয়াকে **বাষ্পীভবন** বা Evaporation বলে।

স্ফুটন (Boiling)—অধিক তাপমাত্রায় জল ফুটিতে থাকিলে ভিতরে ও বাহিরে সর্বত্রই জল বাষ্পে পরিণত হইতে থাকে। ইহাকে **স্ফুটন** বা Boiling বলা হয়।

(iii) **ঘনীভবন** (Condensation)—ঠাণ্ডা লাগিয়া বায়বীয় পদার্থের তরল অবস্থায় পরিণত হওয়াকে **ঘনীভবন** বা Condensation বলা হয়।

(iv) সরু-নল-ওয়ালা মুখ বিশিষ্ট একটি কাচ কুপির (Flask) নলের কিয়দংশ পর্যন্ত জলে পূর্ণ করিয়া তাপ দিতে থাকিলে দেখা যাইবে যে—জল নলের মধ্য দিয়া ক্রমেই উপরে উঠিতেছে। বুঝা গেল, তাপে জলের আয়তন বাড়িয়া গিয়াছে।

Q. 25. What are the effects of heat on air? How would you prove that air expands when heated?

Ans. (i) তাপের প্রভাবে বায়ুর নিম্নলিখিত পরিবর্তন ঘটে—(১) তাপ দিলে বায়ু গরম হয়; (২) গরম বায়ু লঘু বলিয়া উপরে উঠে; (৩) তাপ বাহির করিয়া লইলে বায়ু শীতল হয়; (৪) শীতল বায়ু গুরু বলিয়া নিচে নামে; (৫) তাপ দিলে বায়ু সম্প্রসারিত হইয়া আয়তনে বৃদ্ধিপ্রাপ্ত হয়।

(ii) খুব সরু নলবিশিষ্ট একটি কাচের ফ্লাস্ক লইয়া উহার সরু নলের মধ্যে এমন ভাবে একবিন্দু লাল কালি প্রবেশ করাও, যেন উহা ফ্লাস্কের মুখের ঠিক উপরে একটা লাল রেখার মত হইয়া দাঁড়ায়। এইবার ফ্লাস্কের গোলকটিতে তাপ দিলে দেখা যাইবে যে কালির দাগটি দ্রুত উপরে উঠিতেছে। ফ্লাস্কের

গোলকের মধ্যস্থিত বায়ুর আয়তন বর্ধিত হওয়ায় কালির রেখাকে উপরে তুলিয়া দিতেছে। সুতরাং তাপে বায়ুর আয়তন বর্ধিত হয় বুঝা গেল।

Q.26. Explain with suitable experiment the process of ventilation.

Ans. নিঃশ্বাস প্রশ্বাসে এবং অন্য নানা কারণে ঘরের বাতাস দূষিত ও উত্তপ্ত হয় এবং লঘু হইয়া উপরে উঠে এবং তাহার স্থান পূর্ণ করিবার জন্য বাহিরের শীতল ও ভারী বাতাস নীচে জানালা দরজা দিয়া প্রবেশ করে। এইরূপে ঘরের মধ্যে সর্বদাই একটি বায়ু-প্রবাহের সৃষ্টি হয়। এই বায়ু চলাচলকে **ভেণ্টিলেসন** (Ventilation) বলা হয়। **ভেণ্টিলেসন** (Ventilation) যাহাতে সুচারুরূপে চলে তজ্জন্য ঘরে দরজা, জানালা প্রভৃতি রাখা হয় এবং ঠিক ছাদের নিচে **ফোকর** (Ventilator) রাখা হয়।

ঘরের মধ্যে যে এইরূপ বায়ু প্রবাহের সৃষ্টি হয় তাহা নিম্নলিখিত উপায়ে প্রমাণ করা যায়;—একটি ঘর কিছুক্ষণ সম্পূর্ণ বন্ধ রাখার পর উহার দরজার তলে এবং উপরে দুইটি জ্বলন্ত মোমবাতি রাখিয়া দরজা খুলিয়া দিলে দেখা যাইবে যে উপরের বাতিটির শিখা বাহিরের দিকে আসিতেছে এবং নিচের বাতিটির শিখা ঘরের ভিতরের দিকে যাইতেছে। ভিতরের গরম এবং লঘু বাতাস উপর দিয়া বাহিরে আসিতেছে এবং বাহিরের শীতল ও ভারি বাতাস তাহারই স্থান পূর্ণ করিবার জন্য নিচের দিক দিয়া ঘরের মধ্যে ঢুকিতেছে বলিয়া এইরূপ হইয়াছে।

Q. 27. Describe with illustrations the different modes of transmission of heat.

Ans. তিনরকমে তাপের চলাচল ঘটিয়া থাকে— (১) **পরিবহন** (Conduction); (২) **পরিচলন** (Convection) এবং (৩) **বিকীরণ** (Radiation); নিম্নে এই তিনটি উপায়ের প্রত্যেকটির সংক্ষিপ্ত বর্ণনা দেওয়া হইল :—

(১) **পরিবহন** (Conduction)—তাপ যখন কোন পদার্থের অণুগুলিকে স্থানচ্যুত না করিয়া, উহাদিগকে পরপর উত্তপ্ত করিতে করিতে পদার্থটির তপ্ত স্থান হইতে শীতল স্থানে প্রবাহিত হইয়া আসে, তখনই তাপের **পরিবহন** (Conduction) হইয়া থাকে।

একটি লোহার শিকের একপ্রান্ত হাতে ধরিয়া অন্য প্রান্তটি উত্তপ্ত করিলে কিছুক্ষণ পরে বুঝিতে পারা যায় যে তাপ হাত পর্যন্ত চলিয়া আসিয়াছে, অথচ লোহার শিকটির কোন অংশই স্থানচ্যুত হয় নাই। ইহাই তাপের পরিবহনের উদাহরণ।

(২) **পরিচলন** (Convection)—তাপ লাগিবার ফলে উত্তপ্ত, কোন পদার্থের অণুগুলি স্থান হইতে স্থানান্তরে যাইবার ফলে, একস্থান হইতে তাপের অন্যস্থানে যাওয়াকেই, তাপের **পরিচলন** বলা হয়।

কোন একটি কাচের পাত্রে জল লইয়া, উহাতে একটু ম্যাজেণ্টা রঙের গুঁড়া ফেলিয়া দিয়া পাত্রের তলায় তাপ দিলে দেখা যায় যে পাত্রের জলে দুইটি স্রোত চলাচল করিতেছে। তলদেশ হইতে উপরে উঠিয়া একটি বামে এবং অপরটি দক্ষিণে হেলিয়া দুই দিকে এক একটি করিয়া দুইটি কুণ্ডলীর সৃষ্টি করিয়াছে। ইহাই **পরিচলন স্রোত** বা Convection Current। তাপ পাইয়া তলার জলের অণুগুলি গরম ও হাল্কা হইয়া উপরে উঠিয়া যায় এবং উপরের জলের শীতল ও ভারি অণুগুলি নিচে নামিয়া আসিয়া তাহাদের স্থান পূরণ করিতে থাকে। এই প্রকারে তাপ পরিচলনের ফলে পরিচলন স্রোতের সৃষ্টি হয়।

(৩) **বিকীরণ** (Radiation)—মধ্যবর্তী পদার্থের অণুগুলিকে উত্তপ্ত না করিয়াই তাপ যখন একস্থান হইতে অন্যস্থানে সঞ্চারিত হয়, তখন তাপের **বিকীরণ** হইয়াছে বলা হয়। বিকীরণের ফলে তাপ সকল দিকেই সরল রেখা ক্রমে সঞ্চালিত হয়।

উনানের আগুনের কাছে দাঁড়াইলে আমরা তাপ অনুভব করিয়া থাকি; কিন্তু একটি পর্দাদ্বারা আড়াল করিলেই ঐ তাপ আর অনুভূত হয় না; সুতরাং

মধ্যবর্তী বায়ু উত্তপ্ত হয় নাই বলিয়া উনানের আগুনের তাপ, বিকীরণ প্রণালীতে আমাদিগের নিকট সঞ্চালিত হইয়া আসিয়াছে বুঝিতে হইবে।

Q. 28. Describe some experiment to show that different materials conduct heat differently.

Ans. একটি টিনের পাত্রের (Trough) গায়ে সমসূত্রে কয়েকটি ছিদ্র করিয়া উহাদের ভিতর দিয়া কয়েকটি সমান আকারের ভিন্ন ভিন্ন দ্রব্যের শিক, বাহির হইতে সমান ভাবে ভিতরে প্রবেশ করাইতে হইবে এবং ছিদ্রগুলি যাহাতে সম্পূর্ণরূপে বন্ধ হইয়া যায় তাহার ব্যবস্থা করিতে হইবে। এইবার শিকগুলির বাহিরের অংশে সমান দূর পর্যন্ত মোম লাগাইয়া, পাত্রটি ফুটন্ত জলে পূর্ণ করিলে দেখা যাইবে যে, তাপ পরিবাহিত হইয়া মোমগুলিকে গলাইয়া দিতেছে বটে, কিন্তু সকল শিকের মোম একসংগে এবং একই পরিমাণে গলিতেছে না ; কাহারও মোম আগে এবং কাহারও মোম পরে গলিতেছে। ইহা হইতে বুঝা যায় যে, ভিন্ন ভিন্ন দ্রব্যের তাপ পরিবহন শক্তি ভিন্ন পরিমাণের।

পদার্থ-বিদ্যা

আলোক

Q. 29. Explain with suitable experiment the rectilinear propagation of light.

Ans. আলোক সরল রেখা ক্রমে চলে। নিম্নলিখিত পরীক্ষা দ্বারা ইহা সহজে প্রমাণ করিতে পারা যায়। একটি বাতিদানে মোমবাতি বসাইয়া, উহার সম্মুখে পিজবোর্ডের তিনটি পর্দা রাখিয়া তিনটি পর্দাতেই এক একটি করিয়া সূক্ষ্ম ছিদ্র করিতে হইবে। এইবার পর্দাগুলিকে এপাশে ওপাশে সরাইয়া ছিদ্র তিনটিকে এক সরল রেখায় সাজাইলে, তৃতীয় পর্দার পশ্চাৎ হইতে আলোক দেখা যাইবে। কিন্তু ছিদ্রগুলি এক সরল রেখায় না থাকিলে আলোক দেখা যাইবে না। ইহা হইতে প্রমাণিত হয় যে আলোক বাঁকিয়া যাইতে পারে না; উহা সরল রেখা ক্রমে চলে।

Q. 30. What is reflection? What are the several laws that govern the process of reflection? Explain the phenomenon with suitable experiment.

Ans. (i) **প্রতিফলন** (Reflection)—এক-পদার্থের মধ্য দিয়া আসিতে আসিতে আলোক যখন অন্য কোন পদার্থের মসৃণ পৃষ্ঠের উপর পতিত হয়, তখন ঐ আলোকের কিয়দংশ প্রতিহত হইয়া ভিন্ন দিকে ফিরিয়া আসে। ইহাই আলোকের **প্রতিফলন** (Reflection)।

(ii) **প্রতিফলনের নিয়ম** (Laws of reflection)—(১) আপতিত রশ্মি এবং প্রতিফলিত রশ্মি অভিলম্বের(Normal) সহিত সমান কোণ উৎপন্ন করে।

(২) আপতিত রশ্মি, প্রতিফলিত রশ্মি এবং অভিলম্ব (Normal) এক সমতলে অবস্থান করে।

পরীক্ষা—কোন অন্ধকার ঘরের জানালার সরু ছিদ্র দিয়া আগত সূর্যরশ্মিকে কোন দর্পণের মসৃণ পৃষ্ঠের উপর ফেলিলে দেখা যায় যে ঐ আলোক রশ্মি ভিন্নদিকে বাঁকিয়া গিয়াছে। আপতন বিন্দুতে একটি অভিলম্ব (Normal) টানিলে দেখা যাইবে যে রশ্মিদ্বয় উহার সহিত সমান সমান কোণ উৎপন্ন করিয়াছে এবং উহারা অভিলম্বের সহিত এক সমতলে অবস্থিত রহিয়াছে।

Q. 31. What is refraction? What are the several laws that govern the process of refraction? Explain the phenomenon with suitable experiments.

Ans. (i) **প্রতিসরণ** (Refraction)—সরল রেখাক্রমে এক প্রকৃতির স্বচ্ছ পদার্থের মধ্য দিয়া চলিতে চলিতে আলোক রশ্মি যখন কোন ভিন্ন প্রকৃতির স্বচ্ছ পদার্থের সম্মুখীন হয়, তখন উহা বাঁকিয়া যায় এবং ভিন্ন রেখায় শেষোক্ত পদার্থটির মধ্য দিয়া চলিতে আরম্ভ করে। শেষোক্ত পদার্থের মধ্যে আলোর এই গতিপথের পরিবর্তনকেই আলোর **প্রতিসরণ** (Refraction) বলা হয়।

(ii) **প্রতিসরণের নিয়ম** (Laws of refraction)—(১) আপতন কোণ বড় বা ছোট হইলে প্রতিসরণ কোণও নির্দিষ্ট অনুপাতে বড় ও ছোট হইয়া থাকে। (২) হাল্কা পদার্থ হইতে ঘন পদার্থে প্রবেশ করিবার সময় আলোকের প্রতিসরণ কোণ আপতন কোণ হইতে কম হয় এবং বিপরীতে বিপরীত প্রকার হইয়া থাকে। (৩) আপতিত রশ্মি, প্রতিসৃত রশ্মি এবং অভিলম্ব এক সমতলে অবস্থিত থাকে।

পরীক্ষা—টেবিলের উপর শাদা কাগজ পাতিয়া তাহার উপর একটি আয়তাকার পুরু কাচ (Glass Slab) রাখিয়া, কাগজের উপর কাচের চারিদিকে পেন্সিল দিয়া দাগ কাটিয়া দিতে হইবে। এইবার কাচটির সামনের

দিকে কাগজের উপর একটির পিছনে আর একটি এইরূপে দুইটি পিন পুতিয়া কাচের পিছনে কাগজের উপর আর দুইটি পিন এমনভাবে পুতিতে হইবে যেন পিছন হইতে কাচের ভিতর দিয়া দেখিলে সামনের দুইটি ও পিছনের দুইটি পিন এক সরল রেখায় দেখিতে পাওয়া যায়। এইবার কাচটি সরাইয়া লইয়া সামনের ও পিছনের দুইটি দুইটি পিনের তলদেশ দুইটি সরল রেখার দ্বারা যোগ করিয়া কাচের সীমারেখার সহিত সংযুক্ত করিতে হইবে এবং এই সংযোগ বিন্দু দুইটিও একটি সরল রেখার দ্বারা সংযুক্ত করিতে হইবে। এই প্রকারে পিন হইতে আলোক বাতাসের মধ্য দিয়া আসিতে আসিতে কাচের মধ্যে প্রবেশ করিয়া কিরূপ বাঁকিয়া গেল, এবং উহাও আবার বাতাসে বাহির হইয়া কিরূপে কোন্ দিকে বাঁকিল, তাহা ঐ পরস্পর-সংযুক্ত সরলরেখা তিনটি নির্দেশ করিবে। এইবার আপতন বিন্দু দুইটিতে অভিলম্ব (Normal) টানিলে দেখিতে পাওয়া যাইবে যে—

(১) বাতাস হইতে কাচে প্রবেশ করিবার সময় আলোকের প্রতিসরণ কোণ আপতন কোণ অপেক্ষা কম ; এবং কাচ হইতে বাতাসে প্রবেশ করিবার সময় আলোকের প্রতিসরণ কোণ আপতন কোণ অপেক্ষা বেশি। বাতাস অপেক্ষা কাচ ঘন হওয়ায়—এইরূপ হইয়াছে।

(২) আপতিত রশ্মি, প্রতিসৃত রশ্মি এবং অভিলম্ব একই সমতলে অবস্থিত।

(৩) আপতন কোণ বাড়াইয়া বা কমাইয়া এই পরীক্ষা করিলে দেখা যাইবে যে প্রতিসরণ কোণও নির্দিষ্ট অনুপাতে বাড়িতেছে বা কমিতেছে।

Q. 32. What experiment would you make to show that sun-light is composed of seven colours ?

Ans. সাধারণতঃ সূর্যের আলোকে আমরা একটিমাত্র রঙ্ দেখি এবং লাল, নীল প্রভৃতির মত শাদাকেও একটি পৃথক্ রঙ্ মনে করিয়া থাকি। কিন্তু প্রকৃতপক্ষে শাদা বলিয়া কোনও মৌলিক রঙ্ নাই ; উহা লাল, নীল প্রভৃতি

সাতটি রঙের সংমিশ্রণ মাত্র। নিম্নে-বর্ণিত উপায়ে ইহা প্রমাণ করিতে পারা যায়—

একটি অন্ধকার ঘরের জানালার সূক্ষ্ম ছিদ্র দিয়া সূর্যরশ্মি ঘরের মধ্যে প্রবেশ করাইয়া একটি অস্বচ্ছ পর্দার উপর ফেলিলে দেখা যায় যে ছিদ্র হইতে আলোক সরলরেখাক্রমে পর্দার উপর আসিয়া পড়িয়াছে। এইবার এই আলোর পথে একটি কাচের **প্রিজম্** (Prism) রাখিলে দেখা যায় যে আলোর রেখা বাঁকিয়া গিয়াছে এবং বিভিন্ন রঙের আলো বিশ্লিষ্ট হইয়া বেগ্‌নী, গাঢ় নীল, নীল, সবুজ, হলদে, নারাঙী এবং লাল—এই সাতটি রঙের বর্ণ-চ্ছটা পর্দার উপর প্রকাশ পাইয়াছে। এই বর্ণ-সপ্তকের নাম **বর্ণালী** (Spectrum)। বর্ণালীতে সাতটি রঙ্—**বেগ্‌নী** (Violet), **গাঢ়নীল** (Indigo) **নীল** (Blue), **সবুজ** (Green), **হল্‌দে** (Yellow), **নারাঙী** (Orange) **লাল** (Red)—এই ক্রমে সজ্জিত থাকে।

Q. 33 Describe Newton's theory of colours.

Ans. সূর্যালোকে যে সাতটি রঙ্ বর্তমান উহারাই পদার্থ বিশেষকে বর্ণযুক্ত করার প্রধান কারণ। পদার্থ দুই রকম—স্বচ্ছ ও অস্বচ্ছ। **স্বচ্ছ** (Transparent) পদার্থের মধ্য দিয়া আলোক যাতায়াত করিতে পারে এবং **অস্বচ্ছ** (Opaque) পদার্থের মধ্য দিয়া আলোক যাতায়াত করিতে পারে না। অস্বচ্ছ পদার্থগুলি যে রঙের আলোক প্রতিফলিত করে, তাহাদিগকে সেই রঙ্‌বিশিষ্ট দেখায় এবং স্বচ্ছ পদার্থগুলি উহাদের মধ্য দিয়া যে রঙের আলোককে চলিতে দেয়, উহাদিগকে সেই রঙ্‌বিশিষ্ট দেখায়। জবাফুল অস্বচ্ছ পদার্থ, এবং ইহা সূর্যালোকের সব রঙকেই শুষিয়া লইয়া কেবল লাল রঙ্‌টিকেই প্রতিফলিত করে। তাই জবাফুলকে লাল দেখায়। গাঁদাফুল অস্বচ্ছ পদার্থ ; ইহা সূর্যালোকের সব রঙ্‌কেই শুষিয়া কেবল হল্‌দে রঙ্‌টিকেই প্রতিফলিত করে। তাই গাঁদাফুলকে হল্‌দে দেখায়। অন্যান্য রঙের অস্বচ্ছ পদার্থের ব্যাপারও এইরূপ। অস্বচ্ছ পদার্থটি যখন সূর্যের

সকল রঙ শুষিয়া লয়, তখন উহাকে কালো দেখায়, এবং কিছুমাত্র শোষণ না করিয়া যখন সব রঙ্‌গুলিকেই প্রতিফলিত করে তখন উহাকে শাদা দেখায়। নীল কাচ স্বচ্ছ পদার্থ। উহা নীল দেখায় তাহার কারণ এই যে উহা অন্যান্য সব রঙের রশ্মিগুলিকে শুষিয়া লইয়া কেবল নীল রঙের আলোককেই উহার ভিতর দিয়া যাইতে দেয়। কাল কাচ সব রঙের রশ্মিগুলিকেই শুষিয়া লয় এবং শাদা কাচ কোনটিকেই শোষণ করিতে পারে না, সকল রঙের রশ্মিকেই ভিতর দিয়া যাইতে দেয়। কাচের ন্যায় অন্য স্বচ্ছ পদার্থের ব্যাপারও এইরূপ।

Q. 34. Explain the formation of 'Rain-bow'.

Ans. বৃষ্টির ঠিক পূর্বে বা পরে গুঁড়ি গুঁড়ি জলকণা আকাশে ভাসিয়া বেড়ায়। সূর্যরশ্মি ঐ জলকণার ভিতর প্রবেশ করিবার সময় বিভিন্ন রঙের আলোকে বিশ্লিষ্ট হইয়া প্রতিসৃত হয়। ঐ প্রতিসৃত রশ্মিগুলি আবার জল-কণার পিছন হইতে প্রতিফলিত হইয়া জলকণার ভিতর দিয়া বাতাসের মধ্যে প্রতিসৃত হয়। এই প্রতিসৃত রশ্মিগুলি যখন আমাদের চোখে আসিয়া পড়ে, তখনই আমরা ঐ বিশ্লিষ্ট বর্ণগুলিকে আকাশের গায়ে রামধনুরূপে দেখিতে পাই।

আপতিত রশ্মির সহিত ৪২° কোণ করিয়া লাল রশ্মি বাহির হয় এবং আপতিত রশ্মির সহিত ৪০° কোণ করিয়া বেগ্‌নীরঙের রশ্মি বাহির হয়। অন্যান্য রঙের রশ্মিগুলি যে কোণ করিয়া বাহির হয় তাহা ৪০°—৪২° ডিগ্রীর ভিতরে। কোন স্থানে দাঁড়াইলে ৪২° কোণ করিয়া যে অর্ধবৃত্ত চোখে পড়ে তাহাতে কেবল লাল রঙই দেখিতে পাওয়া যায়; এবং ৪০° কোণ করিয়া যে অর্ধবৃত্ত চোখে পড়ে তাহাতে বেগ্‌নী রঙই দেখিতে পাওয়া যায়। এই জন্যই রামধনুর উপরদিকে লাল এবং নিচের দিকে বেগ্‌নী রঙ্‌ দেখা যায় এবং রামধনুর আকৃতি অর্ধবৃত্তাকার হইয়া থাকে।

পদার্থ-বিদ্যা

তড়িৎ

Q. 35. Describe a simple Voltaic cell. What are its defects and how to remove them ?

Ans. (i) বৈজ্ঞানিক **ভল্টা** সাধারণ তড়িৎকোষ (Simple cell) আবিষ্কার করেন ; তাই সাধারণ তড়িৎকোষকে **ভল্টার তড়িৎকোষ** বলা হয়। নিম্নলিখিত উপায়ে এই তড়িৎকোষ নির্মিত হইয়া থাকে।

একটা কাচের মোটা পাত্রে খানিকটা জলমিশ্রিত সালফিউরিক এ্যাসিড্ (৮ ভাগ জলে ১ ভাগ এ্যাসিড্) ঢালিয়া দিয়া উহার এক ধারে একটি দস্তার পাত এবং অন্য ধারে একটি তামার পাত এমন ভাবে রাখিতে হইবে যেন পাত দুইটি পরস্পরকে স্পর্শ না করে এবং উহাদের কিয়দংশ এ্যাসিডের বাহিরে থাকে। এইবার পাত দুইটির বাহিরের প্রান্তদ্বয় একটি তামার তার দ্বারা সংযুক্ত করিলে তড়িৎ প্রবাহিত হয়। এই কোষে তামার পাতের বাহিরের প্রান্তকে পজিটিভ মেরু এবং দস্তার পাতের বাহিরের প্রান্তকে নেগেটিভ মেরু বলা হয়। কোষের বাহিরে তড়িৎ, পজিটিভ-তামা হইতে নেগেটিভ-দস্তায় প্রবাহিত হয়, এবং ভিতরে দস্তা হইতে তামায় তড়িৎ প্রবাহিত হইয়া আসে। এই রূপে তড়িৎ চক্রাকারে প্রবাহিত হইয়া থাকে।

(ii) কয়েকটি দোষের জন্য এই কোষে তড়িৎপ্রবাহ অধিকক্ষণ স্থায়ী হইতে পারে না। দোষগুলি এবং দোষগুলির নিবারণের উপায় নিম্নে বর্ণিত হইল—

(১) দস্তার পাতে দস্তা ছাড়া আরো অন্যান্য ধাতু সময় সময় থাকে বলিয়া এ্যাসিড্ সংস্পর্শে দস্তার পাতের উপর ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র তড়িৎকোষের সৃষ্টি হয়। এই ক্ষুদ্র কোষগুলি হইতে যে তড়িৎ উৎপন্ন হয়, তাহা কোন উপকারেই আসে না ;

পক্ষান্তরে উহাদের জন্য দস্তার পাতটি শীঘ্র শীঘ্র ক্ষয় হইয়া যায়। দস্তার পাতে খানিকটা পারা মাখাইয়া লইলেই এই দোষ দূর করিতে পারা যায়।

(২) সাধারণ তড়িৎকোষে তড়িৎ প্রবাহ আরম্ভ হইবার সংগে সংগেই তামার পাতের উপর হাই-ড্রোজেন গ্যাসের বুদ্‌বুদ্‌ জমিতে আরম্ভ করে। এই বুদ্‌বুদ্‌গুলি বেশী পরিমাণে জমিলে তড়িৎ চলাচলের বাধা ঘটে এবং কিছুক্ষণ পরেই প্রবাহ বন্ধ হইয়া যায়। মাঝে মাঝে তামার পাতের হাইড্রোজেন বুদ্‌বুদ্‌গুলি ঝাড়িয়া ফেলিলেই এই দোষ সাময়িক ভাবে দূর হইতে পারে।

Q. 36. State and Prove the various effects of electric current.

Ans. **তড়িৎ প্রবাহের ফল, যথা—**

(১) **চৌম্বক শক্তির উৎপত্তি** (Magnetic effect)—বিদ্যুৎ-প্রবাহযুক্ত কোন তার লইয়া পিভটের(Pivot) উপর বসান কোন সূচি-চুম্বকের (Magnetic needle) উপর সমান্তরাল ভাব ধরিলে, চুম্বকটি উত্তর দক্ষিণ ভাবে না থাকিয়া ঘুরিয়া যায়।

(২) **তাপশক্তির উৎপত্তি** (Heating effect)—বিজলী বাতির (Electric lamp) মধ্যস্থিত সূক্ষ্ম তারের ভিতর দিয়া তড়িৎ প্রবাহিত হওয়া মাত্র তার অতিরিক্ত গরমে শাদা হইয়া আলোক বিকীর্ণ করিতে থাকে।

(৩) **রাসায়নিক শক্তির উৎপত্তি** (Chemical effect)—অম্ল এ্যাসিডযুক্ত জলের ভিতর দিয়া বিদ্যুৎ প্রবাহ চালাইলে জল হাইড্রোজেন এবং অক্সিজেনে বিশ্লিষ্ট হয়।

Q. 37. What do you mean by conductors and insulators ? Give examples of each.

Ans. **পরিবাহী** (Conductor)—তড়িৎ-বহন-সমর্থ বস্তুকেই **পরিবাহী** বা Conductor বলা হয়। তামা, লোহা, জার্মান রূপা প্রভৃতি যে কোন ধাতু, অম্ল, লবণাক্তজল প্রভৃতি **পরিবাহী**।

অপরিবাহী (Insulators)—যে সকল বস্তু তড়িৎ বহন করিতে সমর্থ নয় তাহারাই **অপরিবাহী** বা Insulators। রবার, কাঠ প্রভৃতি অপরিবাহী।

Q. 38. (i) Describe an electromagnet. (ii) How is it constructed? (iii) What are the different forms of electromagnets? (iv) Mention some of the benefits that have been derived from electromagnets.

Ans. (i) তড়িৎ-প্রবাহের সাহায্যে যে চুম্বক প্রস্তুত হয়, তাহাকে **বৈদ্যুতিক চুম্বক** বা Electromagnet বলা হয়। এই চুম্বক অস্থায়ী; কারণ ইহার তারের মধ্যে বিদ্যুৎ প্রবাহ বন্ধ হইয়া গেলেই চুম্বকশক্তি নষ্ট হইয়া যায়। সাধারণ চুম্বকের ন্যায় ইহাদেরও একপ্রান্তে উত্তর মেরু এবং অপর প্রান্তে দক্ষিণ মেরু থাকে।

(ii) একখণ্ড কাঁচা লোহা লইয়া তাহাতে কয়েক লহর রেশম জড়ানো তামার তার জড়াইতে হইবে। এইবার ঐ তারের মধ্য দিয়া তড়িৎ প্রবাহিত করিলেই লোহাটি বৈদ্যুতিক চুম্বকে পরিণত হইবে।

(iii) বাজারে দুই রকমের বৈদ্যুতিক চুম্বক পাওয়া যায়—(১) সরল দণ্ডাকৃতি, (২) অশ্বক্ষুরাকৃতি। উভয় মেরু একই দিকে থাকে বলিয়া অশ্বক্ষুরাকৃতি চুম্বকের আকর্ষণশক্তি অপেক্ষাকৃত অধিক।

(iv) তড়িৎ চুম্বকের আবিষ্কার হওয়াতে মানুষের বহু উপকার সাধিত হইয়াছে। বৈদ্যুতিক ঘণ্টা, বিজলী পাখা, টেলিগ্রাফ, টেলিফোন, ক্রেন প্রভৃতি বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতি এই তড়িৎ চুম্বকের সাহায্যেই চলিয়া থাকে।

Q. 39. Describe an electric bell.

Ans. এই যন্ত্রে অশ্বক্ষুরাকৃতি একটি বৈদ্যুতিক চুম্বক থাকে। উহার তারের এক প্রান্ত, সম্মুখস্থিত একটি স্প্রিংযুক্ত কাঁচা লোহার হাতুড়ির সহিত সংযুক্ত

থাকে। সাধারণ অবস্থায় হাতুড়ির এই স্প্রিংটি পার্শবর্তী একটি ধাতু-নির্মিত ইস্ক্রুপ স্পর্শ করিয়া থাকে। চুম্বকের তারের অপর প্রান্ত এবং এই ইস্ক্রুপটি সংযোগ-তারের সাহায্যে কোন তড়িৎকোষের পজিটিভ ও নেগেটিভ মেরুর সহিত যথাক্রমে সংযুক্ত করিলে যন্ত্রটির মধ্যে তড়িৎ প্রবাহের সৃষ্টি হয় এবং চুম্বকটি শক্তিসম্পন্ন হইয়া লোহার হাতুড়িকে আকর্ষণ করে; হাতুড়িও আকৃষ্ট হইয়া সামনের দিকে আগাইয়া আসিবার সময় একটি কাঁসার বাটিতে ঘা দেয় এবং টং করিয়া একটি শব্দ হয়।

এই সময় স্প্রিং ও ইস্ক্রুপের সংযোগ ছিন্ন হইয়া যায় বলিয়া তড়িৎ-প্রবাহ বন্ধ হয় এবং চুম্বকটি নিজ আকর্ষণ-শক্তি হারাইয়া ফেলে; হাতুড়িটি পূর্বস্থানে ফিরিয়া যায় এবং তড়িৎ-প্রবাহ পুনরায় আরম্ভ হয়। এইরূপে তড়িৎ-প্রবাহ পর্যায়ক্রমে আরম্ভ এবং বন্ধ হইতে থাকে বলিয়া হাতুড়িটিও উঠানামা করে এবং কাঁসার বাটিটিতে বার বার ঘা লাগিবার ফলে টং টং শব্দ হইতে থাকে।

Q. 40. How does a telegraphic machine work?

Ans. প্রেরক যন্ত্র এবং গ্রাহক যন্ত্র—এই উভয় লইয়াই সম্পূর্ণ টেলিগ্রাফ যন্ত্র গঠিত। টেলিগ্রাফের সাহায্যে একস্থান হইতে অন্যস্থানে বার্তা প্রেরণ করিতে হইলে প্রথম স্থানে প্রেরক যন্ত্র এবং দ্বিতীয় স্থানে গ্রাহক যন্ত্র থাকা আবশ্যক।

প্রধানতঃ একটি ব্যাটারি ও একটি চাবি লইয়া প্রেরক যন্ত্র এবং একটি বৈদ্যুতিক চুম্বক ও একটি আর্মেচার (Armature) লইয়া গ্রাহক যন্ত্র গঠিত হয়। প্রেরক যন্ত্রের চাবির একদিক, লাইন-তার দিয়া গ্রাহক যন্ত্রের চুম্বকের তারের এক প্রান্তের সহিত যুক্ত থাকে। চাবির অন্যদিক ব্যাটারির পজিটিভ মেরুর সহিত সংযুক্ত থাকে। ব্যাটারির নেগেটিভ মেরু এবং বৈদ্যুতিক চুম্বকের তারের অপর প্রান্ত মাটির সহিত সংযুক্ত থাকে।

মেরুটিকে আবার পূর্বস্থানে বসাইয়া পূর্ববৎ টানিতে হইবে। ইস্পাত দণ্ডের দুই পিঠে এইরূপ কয়েকবার করিলেই ইস্পাত দণ্ড চুম্বকে পরিণত হইবে। (ii) একটি ইস্পাত দণ্ডের মধ্য স্থলে, সমান শক্তিসম্পন্ন দুইটি চুম্বকের বিপরীত মেরুদ্বয় বসাইয়া, মেরু দুইটিকে বিপরীত দিকে টানিয়া লইয়া যাইতে হইবে। প্রান্তদ্বয়ে পৌঁছিলে পর মেরু দুইটিকে তুলিয়া লইয়া পূর্বস্থানে রাখিয়া পূর্ববৎ টানিতে হইবে। কয়েকবার এইরূপ করিলেই ইস্পাত দণ্ডটি চুম্বকে পরিণত হইবে।

(২) **বিদ্যুৎ সাহায্যে**—ইস্পাত দণ্ডে কয়েক লহর রেশম-জড়ানো তামার তার জড়াইয়া তারের ভিতর দিয়া বিদ্যুৎ প্রবাহিত করিলেই, ইস্পাত দণ্ডটি একটি শক্তিশালী স্থায়ী চুম্বকে পরিণত হইবে।

Q. 42. State and prove the different properties of magnets.

Ans. (১) চুম্বক, লৌহ প্রভৃতি চৌম্বক-পদার্থকে আকর্ষণ করে। লৌহ-চূর্ণের নিকট একটি চুম্বক লইয়া গেলে চূর্ণগুলি আকৃষ্ট হইয়া চুম্বকে আটকাইয়া যায়।

(২) চুম্বক—কাচ, তামা, সীসা, কাঠ, কাগজ প্রভৃতিকে আকর্ষণ করে না। উহাদের প্রত্যেকের নিকট একটি চুম্বক ধরিলে তাহা বুঝিতে পারা যায়।

(৩) কাচ, জল, কাগজ, ধাতুর পাত প্রভৃতির ভিতর দিয়াও চুম্বক-শক্তি কাজ করিতে পারে। লৌহচূর্ণ ও চুম্বকের মধ্যে উহাদের যে কোন একটিকে রাখিয়া চুম্বক যেদিকে সরান যাইবে লৌহচূর্ণ গুলিও সেই দিকে সরিয়া যাইবে।

(৪) মধ্যস্থলে সূতা বাঁধিয়া কোন চুম্বককে ঝুলাইয়া দিলে চুম্বকটি উত্তর-দক্ষিণ ভাবে অবস্থান করে। উহার যে-প্রান্ত উত্তর দিকে থাকে তাহাকে উত্তর-মেরু (North Pole) এবং যে-প্রান্ত দক্ষিণ দিকে থাকে তাহাকে দক্ষিণ-মেরু বলে।

(৫) চুম্বকের সহিত যুক্ত হইয়া থাকিলে বা চুম্বকের নিকটে থাকিলে ইস্পাত বা লোহা চুম্বক-শক্তি প্রাপ্ত হয়। কিন্তু চুম্বকটি দূরে সরাইয়া লইলেই উহাদের চুম্বক-শক্তি নষ্ট হইয়া যায়। ইহাই চুম্বকীয়-আবেশের (Magnetic induction) উদাহরণ।

(৬) **চুম্বকের নিয়ম** (Laws of magnetism)—

(i) সমপ্রকৃতির মেরুসমূহ পরস্পরকে বিকর্ষণ করে। কোন একটি চুম্বকের মধ্যস্থলে বাঁধিয়া ঝুলাইয়া দিয়া, উহার উত্তর-মেরুর নিকট অন্য কোন চুম্বকের উত্তর-মেরু লইয়া গেলে—ঝুলান চুম্বকের উত্তর-মেরু দূরে সরিয়া যাইবার চেষ্টা করে। দক্ষিণ-মেরুর নিকট দক্ষিণ-মেরু লইয়া পরীক্ষা করিলেও ঐরূপ হইবে।

(ii) বিষম প্রকৃতির মেরুসমূহ পরস্পরকে আকর্ষণ করে। মধ্যস্থলে সূতা বাঁধিয়া ঝুলান কোন চুম্বকের উত্তর-মেরুর নিকট অন্য কোন চুম্বকের দক্ষিণ-মেরু লইয়া গেলে, পূর্বোক্ত মেরুটিকে শেষোক্তটির দিকে আকৃষ্ট হইতে দেখা যায়।

Q. 43. How would you justify the statement that the earth is a big magnet ?

Ans. সুবিধা পাইলে সকল চুম্বকই উত্তর-দক্ষিণ ভাবে অবস্থান করে। চুম্বকদিগের উত্তর-দক্ষিণ-মুখী-ভাবে থাকিবার এইরূপ প্রবল ঝোঁক দেখিয়া মনে হয়, চুম্বকের মেরুদ্বয় যেন কোন অদৃশ্য শক্তিদ্বারা আকৃষ্ট হইয়াই ঐরূপভাবে অবস্থিত হয়। বৈজ্ঞানিকগণ ইহার কারণ আবিষ্কার করিয়াছেন। তাঁহারা বলেন, পৃথিবী নিজেই একটি বিরাট চুম্বক এবং উহারই আকর্ষণের ফলে চুম্বক উত্তর-দক্ষিণ মুখে থাকিবার চেষ্টা করে। ঝুলানো চুম্বকের যে-মেরু উত্তরদিকে থাকে তাহারই বিপরীত গুণ বিশিষ্ট মেরু পৃথিবীর উত্তর প্রান্তে, এবং ঝুলানো চুম্বকের যে-মেরু দক্ষিণদিকে থাকে, তাহারই বিপরীত গুণ বিশিষ্ট মেরু পৃথিবীর দক্ষিণ প্রান্তে অবস্থান করে। পৃথিবী-চুম্বকের মেরুদ্বয় উহার ভৌগোলিক মেরু-

ক্ষ হইতে একটু দূরে থাকে, তাই ঝুলান চুম্বক বা বিবর্তন কীলকে বসান চুম্বক-শলাকা ঠিক ভৌগোলিক উত্তর-দক্ষিণে না থাকিয়া একটু বাঁকিয়া দাঁড়ায়।

Q. 44. Give a description of the Mariner's compass and explain its use.

Ans. ঝুলান চুম্বক বা বিবর্তন কীলকস্থ চুম্বক-শলাকা সর্বদা উত্তর-দক্ষিণে ফিরিয়া থাকে। চুম্বকের এই ধর্মকে আশ্রয় করিয়াই দিগ্‌দর্শন-যন্ত্র নির্মিত হয়। যে দিগ্‌দর্শন যন্ত্রগুলি জাহাজে নাবিকগণ কর্তৃক ব্যবহৃত হয়—তাহাতে পিতলের একটি গোল বাটি থাকে। উহার মধ্যস্থলে বিবর্তন কীলকের উপর একটি চুম্বক শলাকা বসাইয়া দেওয়া হয়। চুম্বক শলাকাটিকে ব্যাস করিয়া একটা গোল কাগজ উহার উপরেই বসান থাকে। কাগজের উপর একটি বড় বৃত্ত আঁকিয়া উহার পরিধিকে সমান ৩২ ভাগে বিভক্ত করিয়া দিঙ্‌নির্দেশ করিবার ব্যবস্থা থাকে। চুম্বকের মেরুদ্বয় উত্তর-দক্ষিণ জ্ঞাপন করায়, অন্যান্য দিক্‌গুলিও সহজে জানিতে পারা যায়। বাহিরের বাতাস হইতে রক্ষা করিবার জন্য যন্ত্রটির উপরি-ভাগে কাচের ঢাকনি দেওয়া থাকে এবং তরংগাঘাতে জাহাজের নড়াচড়া সত্ত্বেও চুম্বকশলাকা যাহাতে স্থির থাকে—তাহারও ব্যবস্থা আছে।

কুজ্‌ঝটিকা প্রভৃতি বশতঃ সমুদ্রবক্ষে দিশাহারা নাবিক এই দিগ্‌দর্শন যন্ত্রের সহায়তায় উত্তর-দক্ষিণ দিকের সন্ধান পাইয়া গন্তব্য স্থানের দিক্‌নির্ণয় করে।

রসায়ন-বিদ্যা

Q. 1. Clearly explain the difference between—

(a) Atom and molecule, (b) Physical change and chemical change, (c) Element and compound, (d) Solution and mixture, (e) Mechanical mixture and chemical compound.

Ans. (a) **অণু** (Molecule)—মৌলিক বা যৌগিক যে-কোন পদার্থকে সূক্ষ্ম হইতে সূক্ষ্মতর অংশে ভাগ করিতে করিতে এরূপ অবস্থায় পৌঁছান যায়, যখন ঐ পদার্থের গুণ বা ধর্ম অক্ষুণ্ণ রাখিয়া উহাকে আর বিভক্ত করা যায় না। পদার্থের এই ক্ষুদ্রতম অংশই **অণু** বা Molecule। পদার্থের অণুর ধর্মই পদার্থের ধর্ম।

পরমাণু (Atom)—সূক্ষ্মতম অংশ হইলেও অণুগুলিকে আরও সূক্ষ্ম পরমাণুতে ভাগ করিতে পারা যায়। মৌলিক পদার্থের সূক্ষ্মতম অংশই **পরমাণু** বা Atom.

(b) সাধারণ পরিবর্তন ও রাসায়নিক পরিবর্তনের মধ্যে পার্থক্য—

সাধারণ পরিবর্তন	রাসায়নিক পরিবর্তন
১। ইহার ফলে পদার্থের আণবিক ধর্মের কোন পরিবর্তন হয় না।	১। ইহাতে পদার্থের ধর্ম সম্পূর্ণভাবে পরিবর্তিত হয়।
২। অভ্যন্তরের আণবিক গঠনের পরিবর্তন হয় না।	২। অভ্যন্তরের আণবিক গঠন পরিবর্তিত হয়।

সাধারণ পরিবর্তন	রাসায়নিক পরিবর্তন
৩। এইরূপ পরিবর্তন অস্থায়ী।	৩। এইরূপ পরিবর্তন স্থায়ী।
৪। তাপমাত্রার পরিবর্তন ইহাতে হইতে পারে, নাও হইতে পারে।	৪। ইহাতে সকল সময়েই তাপ-মাত্রার পরিবর্তন হয়।
৫। ইহার ফলে কোন নূতন পদার্থ উৎপন্ন হয় না।	৫। ইহার ফলে সকল সময়েই নূতন নূতন পদার্থ উৎপন্ন হয়।

(c) **মৌলিক পদার্থ** (Element)—যে পদার্থ হইতে ঐ পদার্থ ব্যতীত অন্য কোন পদার্থ পাওয়া যায় না, তাহাই **মৌলিক পদার্থ**। মৌলিক পদার্থে কোন মিশেল নাই। সোনা (Gold) হইতে সোনা ব্যতীত অপর কোনও পদার্থ পাওয়া যায় না, তাই সোনা মৌলিক পদার্থ। বৈজ্ঞানিকগণ পরীক্ষা করিয়া ৯২টি মৌলিক পদার্থের সন্ধান পাইয়াছেন; সুতরাং মৌলিক পদার্থের সংখ্যার একটি নির্দিষ্ট সীমা আছে।

যৌগিক পদার্থ (Compound)—দুই বা ততোধিক মৌলিক পদার্থের রাসায়নিক সংমিশ্রণে **যৌগিক পদার্থ** উৎপন্ন হয়। 'জল যৌগিক, ওকে ভাগ করলে দুটো মৌলিক গ্যাস বেরিয়ে পড়ে, একটার নাম অক্সিজেন আর একটার নাম হাইড্রোজেন।'

(d) **মিশ্রণ** (Mixture)—স্ব স্ব গুণ অব্যাহত রাখিয়া দুই বা ততোধিক পদার্থের অসমসাত্ত্বিক (Heterogeneous) ভাবে পাশাপাশি অবস্থানকে **মিশ্রণ** বলা হয়। মিশ্রিত পদার্থগুলিকে সহজে পৃথক্ করিতে পারা যায়।

দ্রবণ (Solution)—দুই বা ততোধিক পদার্থের সমসাত্ত্বিক (Homogeneous)—মিশ্রণকেই **দ্রবণ** বলা হয়। ইহাতে মিশ্রিত পদার্থগুলির আপেক্ষিক পরিমাণ (Relative amount) নির্দিষ্ট সীমার মধ্যে পরিবর্তিত হইয়া থাকে।

(e) সাধারণ মিশ্রণ ও রাসায়নিক সংমিশ্রণের মধ্যে পার্থক্য—

সাধারণ মিশ্রণ	রাসায়নিক সংমিশ্রণ
১। ইহা সমসাত্বিক ও অসমসাত্বিক দুই রকমেরই হইতে পারে।	১। ইহা সকল সময়েই সমসাত্বিক।
২। ইহাতে দুই বা ততোধিক পদার্থ কেবল পাশাপাশি অবস্থান করে।	২। ইহাতে পদার্থসমূহের রাসায়নিক সংযোগ অপরিহার্য।
৩। ইহাতে উপাদানগুলির স্ব স্ব গুণ বর্তমান থাকে।	৩। ইহাতে উপাদানগুলি সম্পূর্ণরূপে পরিবর্তিত হয়।
৪। ইহাতে উপাদানগুলি যে কোন অনুপাতে মিশিয়া থাকে।	৪। ইহাতে উপাদানগুলি নির্দিষ্ট অনুপাতে মিশিয়া থাকে।
৫। প্রস্তুত করিবার সময় ইহার তাপমাত্রার পরিবর্তন হইতে পারে, নাও হইতে পারে।	৫। প্রস্তুত করিবার সময় তাপমাত্রার পরিবর্তন অবশ্যম্ভাবী।
৬। ইহার উপাদানগুলিকে সহজে পৃথক্ করা যায়।	৬। ইহার উপাদানগুলিকে সহজে পৃথক্ করা যায় না।

Q. 2. What do you mean by saturated solution and solubility of a salt? How would you prepare a sample of saturated solution of common salt (Nacl) at ordinary temperature? Show that solubility of solids is influenced by temperature.

Ans. (a) সম্পৃক্ত দ্রবণ (Saturated Solution)—নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় নির্দিষ্ট পরিমাণ দ্রাবক যখন আর-বেশী দ্রাব্য (Solute) পদার্থকে দ্রব করিতে পারে না, তখন এই দ্রবণকে সম্পৃক্ত দ্রবণ (Saturated Solution) বলা হয়।

দ্রবণীয়তা (Solubility)—১০০ গ্রাম দ্রাবকে (Solvent) যত গ্রাম দ্রাব্য (Solute)—কোন নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় দ্রবীভূত হইয়া সম্পৃক্ত দ্রবণ (Saturated Solution) প্রস্তুত করে, উল্লিখিত তাপমাত্রায় তাহাই উক্ত দ্রাব্যের দ্রবণীয়তা।

(b) সাধারণ তাপমাত্রায় নুণের সংম্পৃক্ত দ্রবণ প্রস্তুত করিতে হইলে খানিকটা জলে কিছু নুণ ফেলিয়া দিয়া কাঠি দিয়া নাড়িতে হয়। নাড়িতে নাড়িতে এমন অবস্থা আসে যখন নুণ আর গলিতে চায় না এবং অদ্রবীভূত নুণ পাত্রের তলায় জমিতে থাকে। এই অবস্থায় অদ্রবীভূত নুণ পরিস্রবণ দ্বারা ছাঁকিয়া লইলেই সাধারণ তাপমাত্রায় নুণের সম্পৃক্ত দ্রবণ পাওয়া যায়।

(c) একটি পাত্রে কিছু জল লইয়া উহাতে যতখানি সোরা গলিতে পারে তদপেক্ষা কিছু বেশী সোরা ফেলিয়া দিয়া কাঠি দ্বারা নাড়িতে থাকিলে খানিকটা সোরা গলিয়া যাইবে এবং খানিকটা পাত্রের তলায় পড়িয়া থাকিবে। এইবার আগুনের তাপে জল গরম করিলে দেখিতে পাওয়া যাইবে যে, পূর্বে পাত্রের তলায় যে সোরা অদ্রবীভূত অবস্থায় পড়িয়াছিল তাহার অধিকাংশই দ্রবীভূত হইয়াছে। এই তপ্ত জল ঠাণ্ডা করিলে দ্রবীভূত সোরা পুনরায় থিতাইয়া পাত্রের তলায় জড় হয়। ইহা হইতে বুঝা যায় যে,—তাপমাত্রার হ্রাস-বৃদ্ধির ফলে কঠিন পদার্থের দ্রবণীয়তারও হ্রাস-বৃদ্ধি ঘটিয়া থাকে। অধিকাংশস্থলে এই নিয়ম খাটিলেও ক্যালসিয়াম-হাইড্রেট, ক্যালসিয়াম-সাইট্রেট প্রভৃতিতে ইহার ব্যতিক্রম দেখিতে পাওয়া যায়। তাপমাত্রা বাড়িলে ইহাদের দ্রবণীয়তা কমে এবং তাপমাত্রা কমিলে ইহাদের দ্রবণীয়তা বাড়িয়া যায়।

Q. 3. Explain the following with practical illustrations—(a) Filtration (b) Distillation (c) Crystallization and (d) Sublimation.

Ans. (a) পরিস্রবণ (Filtration)—জল বা অন্য কোন তরল

পদার্থ হইতে অদ্রবণীয় বা অদ্রবীভূত কঠিন পদার্থগুলিকে পৃথক্ করিবার উপায় বিশেষ। পরীক্ষাগারে নিম্নোক্ত প্রণালীতে পরিস্রবণ করা হয়—গোলাকার একখানি ফিল্‌টার কাগজকে প্রথমে দুই ভাঁজ করিয়া পুনরায় দুই ভাঁজ করিতে হয়। পরে উহার একমুখ খুলিয়া একটি কাচের চোঙের ভিতর উহাকে সামান্য জল দিয়া ভাল করিয়া বসাইতে হয়। এইবার চোঙটি একটি স্রাবণদণ্ডের (Filter-stand) উপর বসাইয়া এবং উহার তলায় একটি পরিষ্কার কাচপাত্র রাখিয়া ফিল্‌টার কাগজের উপর ধীরে ধীরে ময়লা জল ঢালিলে পরিষ্কার ও স্বচ্ছ জল নিচের পাত্রে জমে এবং ময়লাগুলি কাগজের উপর পড়িয়া থাকে।

বর্ষাকালে নদী ও পুষ্করিণীর জল ঘোলা হইয়া যায়। এই সময় পল্লীগ্রামের অনেক গৃহস্থ কয়লা ও বালির সাহায্যে ঘোলা জল পরিস্রুত করিয়া ব্যবহার করেন।

(b) **পাতন** (Distillation)—কোন পাত্রস্থিত তরল পদার্থকে বাষ্পীভূত করিয়া ঐ বাষ্পকে পুনরায় অপর পাত্রে ঘনীভূত করার নামই **পাতন**। বীক্ষণাগারে (Laboratory) নিম্নোক্ত প্রণালীতে জল পাতন করা হয়।

একটা বড় কাচের ফ্লাস্কে কিছু জল লইয়া তাহাতে তাপ দিতে হয়। তাপ পাইয়া জল ক্রমশঃ বাষ্পে পরিণত হয়। এই বাষ্প ফ্লাস্কের মুখের ছিপিতে লাগান বাঁকা কাচনলের সাহায্যে বাহিরে আসিতে চায়। কিন্তু বাঁকা কাচনলের অপর প্রান্ত, কন্‌ডেন্‌সারের (Condenser) সরু নলের মুখে, সচ্ছিদ্র ছিপির সাহায্যে লাগান থাকে; এই জন্য ঐ বাষ্পকে কন্‌ডেন্‌সারের সরু নলের ভিতর দিয়া যাইতে হয়।

কন্‌ডেন্‌সারের লম্বা ও সরু নলটির চারিদিকে এবং উহার সহিত যথেষ্ট ব্যবধান রাখিয়া একটি মোটা নল বা চোঙ (Jacket) বসান থাকে। চোঙটির দুই প্রান্তে দুইটি সরু গাত্রনল পরস্পর বিপরীত-মুখীভাবে যুক্ত আছে। পাতনের সময় যন্ত্রটিকে কাত করিয়া রাখা হয় এবং যতক্ষণ ফ্লাস্কের জল ফুটান হয়, ততক্ষণ অনবরত নিচের নল দিয়া চোঙের ভিতরে জল প্রবেশ করান হয় এবং উপরের

নল দিয়া জল উহা হইতে বাহির করিয়া দেওয়া হয়। শীতল জলের সংস্পর্শে ভিতরের সরু নল শীতল হয় এবং বাষ্প ইহার মধ্য দিয়া আসিবার সময় শৈত্য-প্রভাবে ঘনীভূত হইয়া জলে পরিণত হয়। কন্‌ডেন্‌সারের সরু নলের যে মুখটি খোলা থাকে, তাহারই নিচে আর একটি ফ্লাস্ক (Receiver) বসান থাকে ; তাহাতেই ঐ জল জমিতে থাকে। প্রথমে ফ্লাস্কের (Distilling flask) সমস্ত জলই ক্রমশঃ বাষ্পাকারে পরিণত হয় এবং পরে আবার ঘনীভূত হইয়া দ্বিতীয় ফ্লাস্কে (Receiver) আসিয়া জমে।

(c) **কেলাসন** (Crystallisation)—উচ্চতর তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত (Saturated) কঠিন ও তরল পদার্থের দ্রবণকে (Solultion) শীতল করিলে কঠিন পদার্থের কিয়দংশ আপনা-হইতেই দ্রব হইতে পৃথক্ হইয়া পড়ে। দ্রব হইতে পৃথক্ হইবার সময় কঠিন পদার্থটি গুঁড়া আকারে না বাহির হইয়া অধিকাংশ স্থলে স্ফটিকের (Crystal) আকারে বাহির হয় ; তাই প্রক্রিয়াটিকে **কেলাসন** (কেলাস = স্ফটিক) বলা হইয়া থাকে। বীক্ষণাগারে নিম্নলিখিত উপায়ে কেলাসন করিতে পারা যায়—

ফুটন্ত জলে খানিকটা ফট্‌কিরির গুঁড়া ফেলিয়া দিয়া একটি কাচের রড্ (Stirer) দিয়া ঘন ঘন নাড়িতে হইবে। পরে পাত্রে ফট্‌কিরি থাকা সত্ত্বেও উহা যখন আর জলে গলিবে না, তখন অদ্রবীভূত ফট্‌কিরি তাড়াতাড়ি ছাঁকিয়া লইয়া ফট্‌কিরির ঐ সম্পৃক্ত দ্রবণকে মেজের উপর স্থিরভাবে কিছুক্ষণ রাখিয়া দিলে দ্রবণটি ঠাণ্ডা হইতে থাকিবে এবং সম-অষ্টতলী স্ফটিকের আকারে ফট্‌কিরি তলায় জমিতেছে দেখা যাইবে।

(d) **ঊর্ধ্বপাতন** (Sublimation)—তাপের প্রভাবে কোন পদার্থের কঠিন অবস্থা হইতে একবারে বায়বীয় অবস্থায়, আবার শৈত্যের প্রভাবে বায়বীয় অবস্থা হইতে একবারে কঠিন অবস্থায় পরিণত হওয়াকে **ঊর্ধ্বপাতন** বলা হয়। কর্পূর, নিশাদল, আওডিন, নেপথেলিন, ক্যালোমেল প্রভৃতি ঊর্ধ্বপাতিত

হয়। বীক্ষণাগারে নিম্নোক্ত প্রকারে ঊর্দ্ধপাতন পরীক্ষা করিতে পারা যায়—

একটি পাত্রে কিছু আওডিন (Iodine) রাখিয়া উহার উপর একটি কাচের চোঙ (Funnel) উল্টাইয়া চাপা দিতে হইবে। পরে পাত্রটিকে উত্তপ্ত বালির (Sand bath) উপর বসাইয়া গরম করিলে, দেখিতে পাওয়া যাইবে যে, আইওডিন কঠিন অবস্থা হইতে একবারে বাষ্পে পরিণত হইতেছে এবং ঐ বাষ্প চোঙের ভিতরের গাত্রে একবারে কঠিন হইয়া বেগুনে রঙের স্ফটিকের আকারে জমিতেছে।

Q. 4. Describe the processes of separating the components of a mixture of (a) Solids (b) Liquids (c) Gases (d) Solids and liquids (e) Liquids and gases (f) Solids and gases.

Ans. **(a)** কতকগুলি কঠিন পদার্থের সাধারণ মিশ্রণ হইতে নিম্নলিখিত উপায়ে উহার উপাদানগুলি পৃথক্ করিতে পারা যায়—(১) **হাত বাছাই করিয়া**—যে উপাদানগুলি স্ফটিকাকৃতি বা রঙীন এবং আকারে বড়, তাহাদিগকে হাতে বাছিয়াই অন্যান্য উপাদান হইতে পৃথক্ করিতে পারা যায়। (২) **চালুনীর সাহায্যে**--চালুনীর মধ্যে চালনা করিয়া ছোট ছোট কণা গুলিকে বড় বড় দানা হইতে পৃথক্ করা হয়। (৩) **তরল পদার্থে ধৌত করিয়া**—উপাদানগুলির মধ্যে একটি কোন তরল পদার্থ অপেক্ষা হাল্কা এবং অপরটি উহা অপেক্ষা ভারি হইলে, মিশ্রটিকে ঐ তরল পদার্থে ধৌত করিবার সময় হাল্কা উপাদানটি ভাসিয়া উঠে এবং ভারী উপাদানটি ডুবিয়া যায়। এই প্রকারে একটিকে অপরটি হইতে পৃথক্ করা হয়। **(৪) চুম্বকের সাহায্যে**—মিশ্রণস্থিত লোহাচুর প্রভৃতিকে চুম্বকের সাহায্যে আকর্ষণ করিয়া পৃথক্ করা যায়। (৫) **উপযুক্ত দ্রাবকের সাহায্যে**—উপযুক্ত দ্রাবকের সাহায্যে দ্রবণীয় উপাদানগুলিকে অদ্রবণীয় উপাদান হইতে পৃথক্ করা হয়।

(৬) **উত্তাপের সাহায্যে গলাইয়া**—উত্তাপ দিলে মিশ্রণস্থিত যে উপাদানগুলি কম উত্তাপে গলে তাহারা প্রথমে গলিয়া যায় এবং অপর গুলি পড়িয়া থাকে বা হাল্কা হইলে ভাসিয়া উঠে। সুতরাং সুবিধাজনক হইলে এই প্রকারেও মিশ্রণের উপাদানগুলিকে পৃথক্ করা যায়। (৭)মিশ্রণে কর্পূর, আওডিন, ক্যালো-মেল প্রভৃতি থাকিলে, **উর্দ্ধপাতন দ্বারাও** উহাদিগকে পৃথক্ করিতে পারা যায়।

(b) কতকগুলি তরল পদার্থের সাধারণ মিশ্রণ হইতে উহার উপাদানগুলিকে (১) **আংশিক পাতন** (Fractional distillation) **দ্বারা**, **(২) পৃথক্ করিবার চোঙ** (Separating Funnel) **দ্বারা** অথবা **(৩) শৈত্যের প্রভাবে জমাইয়া** (Freezing) পৃথক্ করিতে পারা যায়।

(c) কতকগুলি বায়বীয় পদার্থের সাধারণ মিশ্রণ হইতে উহার উপাদান-গুলিকে (১) **সচ্ছিদ্র পাত্রের মধ্য দিয়া পরিচালন** (Diffusion) (২) **তরলীকরণ** (Liquifaction) অথবা (৩) **উপযুক্ত দ্রাবকের সাহায্যে** পৃথক্ করিতে পারা যায়।

(d) কঠিন ও তরল পদার্থের সাধারণ মিশ্রণ হইতে উহার উপাদানগুলিকে **(১) পাতন** (Distillation) (২) **পরিস্রবণ** প্রভৃতির সাহায্যে পৃথক্ করিতে পারা যায়।

(e) তরল ও বায়বীয় পদার্থের সাধারণ মিশ্রণ হইতে উহার উপাদানগুলিকে পৃথক্ করিতে হইলে তরল পদার্থটিকে কেবল ফুটাইলেই চলে। তরল পদার্থটিকে কিছুক্ষণ ফুটাইলে উহার সহিত মিশ্রিত বায়বীয় পদার্থগুলি অধিকাংশ স্থলেই সম্পূর্ণ-রূপে বাহির হইয়া যায়।

(f) কঠিন ও বায়বীয় পদার্থের সাধারণ মিশ্রণের মধ্য দিয়া ষ্টীম চালাইলে কঠিন পদার্থগুলি ভারী হইয়া খসিয়া পড়ে এবং বায়বীয় পদার্থ হইতে পৃথক্ হয়।

Q. 5. What happens when iron rusts and each of the following is burnt within a closed volume of air over water : magnessium, sulphur and candle.

Or, Describe some expeiments to show that oxygen forms one fifth of the volume of air.

Ans. (a) মরিচা সম্পর্কিত পরীক্ষা—

একটি ছোট হাল্‌কা পাত্রে কতকগুলি চক্‌চকে লোহার পাত রাখিয়া পাত্রটি জলে ভাসাইয়া দিতে হইবে। পরে একটি মুখখোলা বেল্‌-জার (Bell-jar) দিয়া পাত্রটিকে ঢাকা দিলে জারের ভিতরে ও বাহিরে জল একই সমতলে আছে দেখা যাইবে। এইবার জারের মুখ ঢাক্‌নি দিয়া বন্ধ করিয়া কয়েক দিন ঐ অবস্থায় রাখিয়া দিলে দেখিতে পাওয়া যাইবে যে—

(১) লোহায় মরিচা ধরিয়াছে এবং উহার ওজন বাড়িয়াছে ; (২) জারের যে অংশ আগে বাতাসে ভরা ছিল তাহার প্রায় $\frac{1}{5}$ অংশ জলে ভরিয়া গিয়াছে ; (৩) অবশিষ্ট $\frac{4}{5}$ অংশে বায়বীয় পদার্থ রহিয়াছে এবং উহাতে কোন জিনিস জলে না।

পরীক্ষাটি হইতে বুঝা যায়—(১) বাতাসে যে-গ্যাস (অক্সিজেন) দহনের সহায়তা করিত, তাহা নাই এবং তাহা বাতাসের $\frac{1}{5}$ অংশ ; কারণ মরিচাধরা কার্যে নিঃশেষিত অক্সিজেনের শূন্য স্থান পূর্ণ করিবার জন্য ঐ আয়তনেরই জল উপরে উঠিয়াছে ; (২) বাতাসে যে-গ্যাস (নাইট্রোজেন) দহনের সহায়তা করে না তাহা বাতাসের $\frac{4}{5}$ অংশ ; (৩) মরিচা, লোহার সহিত অক্সিজেনের রাসায়নিক সংযোগে উৎপন্ন অক্সাইড-অব-আয়রণ এবং (৪) অক্সিজেনের ওজন বশতঃ লোহা অপেক্ষা মরিচাধরা লোহা বেশী ভারী।

(b) ম্যাগ্‌নেসিয়ামের দহন—

একটি ছোট হাল্‌কা পাত্রে কিছু ম্যাগ্‌নেসিয়ামের গুঁড়া রাখিয়া পাত্রটি জলে ভাসাইয়া দিতে হইবে। একটি মুখখোলা বেল-জার (Bell-jar) দিয়া পাত্রটিকে ঢাকা দিলে জারের ভিতরের ও বাহিরেব জল একই সমতলে আছে দেখা যাইবে। এইবার একটি জ্বলন্ত কাঠি দ্বারা ম্যাগ্‌নেসিয়াম জ্বালাইয়া জারের মুখ ঢাক্‌নি দিয়া বন্ধ করিলে দেখা যাইবে—

(১) ম্যাগ্‌নেসিয়ামের কিয়দংশ জ্বলিয়া ক্রমশঃ নিষ্প্রভ হইয়া নিবিয়া গেল; (২) পাত্রটিতে খানিকটা শাদা ছাই পড়িয়া রহিয়াছে এবং ঐ পদার্থটির ওজন বাড়িয়াছে; (৩) জারের যে অংশে বাতাস ভরা ছিল তাহার প্রায় $\frac{1}{5}$ অংশ জলে ভরিয়া গিয়াছে; (৪) অবশিষ্ট $\frac{4}{5}$ অংশে বায়বীয় পদার্থ রহিয়াছে এবং উহাতে কোন জিনিস জ্বলে না।

পরীক্ষাটি হইতে বুঝা যায়—(১) বাতাসে যে গ্যাস (অক্সিজেন) দহনেব সহায়তা করিত, তাহা নাই এবং তাহা বাতাসেব $\frac{1}{5}$ অংশ; কাবণ দহন কার্যে নিঃশেষিত অক্সিজেনের শূন্যস্থান পূর্ণ করিবার জন্য ঐ আয়তনেরই জল উপরে উঠিয়াছে। (২) বাতাসে যে গ্যাস (নাইট্রোজেন) দহনের সহায়তা করে না তাহা বাতাসের $\frac{4}{5}$ অংশ। (৩) ম্যাগ্‌নেসিয়ামের দহন অন্য কিছুই নহে, আলোক ও উত্তাপ বাহির করিয়া ম্যাগ্‌নেসিয়ামেব সহিত অক্সিজেনেব রাসায়নিক সংযোগ ও ম্যাগ্‌নেসিয়াম-অক্সাইডে পরিণত হওয়া। (৪) অক্সিজেনের ওজন বশতঃ ম্যাগ্‌নেসিয়াম অপেক্ষা ম্যাগ্‌নেসিয়াম-অক্সাইড বেশী ভারী।

(c) গন্ধকের দহন—

একটি ছোট হাল্‌কা পাত্রে কিছু গন্ধক রাখিয়া পাত্রটি জলে ভাসাইয়া দিতে হইবে। একটী মুখখোলা বেল-জার (Bell-jar) দিয়া পাত্রটিকে ঢাকা দিলে জারের ভিতরে ও বাহিরে জল একই সমতলে আছে দেখা যাইবে। এইবার একটি জ্বলন্ত কাঠি দ্বারা গন্ধক জ্বালাইয়া জারের মুখ ঢাক্‌নি দিয়া বন্ধ করিলে দেখা যাইবে—

(১) গন্ধকের কিয়দংশ জ্বলিয়া ক্রমশঃ নিষ্প্রভ হইয়া গেল ; (২) জারের যে-অংশে বাতাস ভরা ছিল তাহার প্রায় ⅕ অংশ জলে ভরিয়া গিয়াছে ; (৩) অবশিষ্ট ⅘ অংশে বায়বীয় পদার্থ রহিয়াছে এবং উহাতে কোন জিনিস জ্বলে না।

পরীক্ষাটি হইতে বুঝা যায়—(১) বাতাসে যে-গ্যাস (অক্সিজেন) দহনের সহায়তা করিত তাহা নাই, এবং তাহা বাতাসের ⅕ অংশ ; কারণ, দহনের সময় অক্সিজেন গন্ধকের সহিত মিলিত হইয়া যে-গ্যাস (সালফার-ডাই-অক্সাইড) উৎপন্ন করিয়াছিল, তাহা জলে দ্রবীভূত হওয়ায়, নিঃশেষিত অক্সিজেনের শূন্য স্থান পূর্ণ করিবার জন্য ঐ-আয়তনেরই জল উপরে উঠিয়াছে। (২) বাতাসে, যে-গ্যাস (নাইট্রোজেন) দহনের সহায়তা করে না, তাহা বাতাসের ⅘ অংশ। (৩) গন্ধকের দহন অন্য কিছুই নহে,—আলোক ও উত্তাপ বাহির করিয়া, গন্ধকের সহিত অক্সিজেনের রাসায়নিক সংযোগ ও সালফার-ডাই-অক্সাইডে পরিণত হওয়া।

(d) মোম-বাতির দহন—

একটি পাত্রে খানিকটা কস্টিক-পটাশ-যুক্ত জল লইয়া উহার মধ্যে দুইটি বা তিনটি মোম-বাতি দাঁড় করাইয়া জ্বালিয়া দিতে হইবে। পরে একটি মুখ-খোলা বেল-জার দিয়া বাতিগুলি ঢাকা দিলে ভিতরে ও বাহিরে জল একই সমতলে আছে দেখা যাইবে। এইবার জারের মুখ ঢাকনি দিয়া বন্ধ করিলে দেখা যাইবে—

(১) বাতিগুলি ক্রমশঃ নিষ্প্রভ হইয়া নিভিয়া গেল ; (২) জারের যে অংশ আগে বাতাসে ভরা ছিল, তাহার প্রায় ⅕ অংশ জলে ভরিয়া গিয়াছে এবং (৩) অবশিষ্ট ⅘ অংশে যে বায়বীয় পদার্থ রহিয়াছে তাহাতে কোন জিনিস জ্বলে না।

পরীক্ষাটি হইতে বুঝা যায় যে—(১) বাতাসে যে-গ্যাস (অক্সিজেন) দহনের সহায়তা করিত তাহা নাই এবং তাহা বাতাসের ⅕ অংশ, কারণ, দহনের সময় অক্সিজেন মোমের সহিত সংযুক্ত হইয়া যে-গ্যাস (কার্বন-ডাই-অক্সাইড) উৎপন্ন করিয়াছিল তাহা কস্টিক্-পটাশ-যুক্ত জলে দ্রবীভূত হওয়ায়, নিঃশেষিত অক্সিজেনের শূন্য স্থান পূর্ণ করিবার জন্য, ঐ-আয়তনেরই জল, উপরে উঠিয়াছে। (২) বাতাসে যে-গ্যাস (নাইট্রোজেন) দহনের সহায়তা করে না, তাহা বাতাসের

$\frac{8}{2}$ অংশ। (৩) মোমের দহন অন্য কিছুই নহে,—আলোক ও উত্তাপ বাহির করিয়া মোমের সহিত অক্সিজেনের রাসায়নিক-সংযোগ এবং জল ও কার্বন-ডাই-অক্সাইডে পরিণত হওয়া।

Q. 6. Enumerate the main constituents of atmospheric air and describe experiments that you would perform for their detection.

Ans. বায়ুর বিভিন্ন উপাদান ও তাহাদের শতকরা অনুপাত এইরূপ :—

অক্সিজেন···	···	২০·৬০
নাইট্রোজেন ··	···	৭৭·১৬
কার্বন-ডাই-অক্সাইড ··	···	০·০৪
জলীয় বাষ্প···	···	১·৪০
অন্যান্য বায়বীয় পদার্থ (আর্গন, হিলিয়ম, নিয়ন, ক্রিপ্‌টন, জ্রিনন)··· ···		·৮০
		১০০·০০

বায়ুতে উপর্যুক্ত উপাদান-গুলির অস্তিত্ব সহজেই পরীক্ষা করিতে পারা যায়—

১ নং পরীক্ষা—একটি পাত্রে খানিকটা পারদ লইয়া বাতাসের মধ্যে ফুটাইতে থাকিলে কিছুক্ষণ পরে পারদের উপর মারকিউরিক-অক্সাইডের লাল রঙের সর পড়িয়াছে দেখিতে পাওয়া যায়। বাতাসে অক্সিজেন না থাকিলে এইরূপ হইত না।

২ নং পরীক্ষা—একটি ছোট হাল্‌কা পাত্রে খানিকটা ফস্‌ফরাস রাখিয়া জলে ভাসাইয়া দিতে হইবে। পরে উহার উপর একটি মুখ-খোলা বেল্‌-জার ঢাকা দিয়া জ্বলন্ত কাঠি দিয়া ফস্‌ফরাস্‌ জ্বালাইয়া দিতে হইবে। এইবার জারের মুখটি ঢাকনি দিয়া বন্ধ করিলে দেখা যাইবে যে ফস্‌ফরাসের কিয়দংশ পুড়িয়া ক্রমশঃ

নিবিয়া গেল ; পুড়িবার সময় ফস্‌ফরাস্‌ ও অক্সিজেনের রাসায়নিক সংযোগে যে-গ্যাস্‌ (ফস্‌ফরাস পেন্টক্সাইড) উৎপন্ন হইয়াছে দ্রবণীয় বলিয়া তাহাও জলে গলিয়া গেল। এইবার জারের মধ্যে যে-গ্যাস থাকিল তাহা বর্ণহীন এবং অদাহ্য। উহা দহনের সহায়তা করে না এবং অতিশয় উত্তপ্ত ম্যাগ্‌নেসিয়াম দ্বারা শোষিত হয়। উহাই নাইট্রোজেন। বাতাসে নাইট্রোজেন না থাকিলে জারের মধ্যে উহাকে এইরূপে পাওয়া যাইত না।

৩নং পরীক্ষা—একটি কাচের বাটিতে খানিকটা চূণের জল কয়েক দিন বাতাসের মধ্যে রাখিয়া দিলে উহার উপর ক্যাল্‌সিয়াম-কার্বনেটের সর পড়ে। বাতাসে কার্বন-ডাই-অক্সাইড না থাকিলে এইরূপ হইত না।

৪নং পরীক্ষা—একটি কাচের গ্লাসে খানিকটা বরফ রাখিয়া দিলে গ্লাসের বাহিরের গায়ে বিন্দু বিন্দু জল জমিতে দেখা যায়। বাতাসে জলীয়-বাষ্প আছে বলিয়াই উহা গ্লাসের গায়ের শৈত্য-প্রভাবে ঘনীভূত হইয়া জল-বিন্দুতে পরিণত হয়।

Q. 7. Show that air is a mechanical mixture and not a chemical compound.

Ans. নিম্নলিখিত কারণগুলি বশতঃ বাতাসকে যৌগিক পদার্থ না বলিয়া সাধারণ মিশ্রণ বলা হয়—

(১) অক্সিজেন, নাইট্রোজেন প্রভৃতি বাতাসের উপাদানগুলিকে লইয়া, বাতাসে উহারা যে-অনুপাতে মিশান থাকে সেই অনুপাতে মিশাইলে, মিশ্রণটিতে বাতাসের সকল ধর্মই বর্তমান থাকে ; কিন্তু মিশাইবার সময় আয়তনের কোন হ্রাস-বৃদ্ধি হয় না বা তাপ-মাত্রারও কোন পরিবর্তন হয় না। বাতাস—অক্সিজেন, নাইট্রোজেন প্রভৃতির রাসায়নিক সংযোগে উৎপন্ন যৌগিক পদার্থ হইলে এইরূপ হইত না।

(২) বাতাসে উহার উপাদানগুলি সাধারণভাবে মিশ্রিত থাকে বলিয়াই

উহাদের নিজ নিজ গুণ অক্ষুণ্ণ থাকে। যৌগিক পদার্থ হইলে, বাতাসের উপাদান গুলির গুণ অক্ষুণ্ণ থাকিত না।

(৩) বাতাসের মধ্যে উহার বিভিন্ন উপাদানের আপেক্ষিক পরিমাণ, সকল স্থানে এবং সকল সময়ে ঠিক থাকে না। বাতাস যৌগিক পদার্থ হইলে, উহার উপাদানগুলির আপেক্ষিক পরিমাণ কখনও পরিবর্তিত হইত না।

(৪) সাধারণ মিশ্রণ বলিয়াই বাতাসের উপাদানগুলিকে সহজে পৃথক্ করা যায়; উহা যৌগিক পদার্থ হইলে করা যাইত না।

Q. 8. What is the composition of water? How can it be determined?

Ans. আয়তন হিসাবে দুই ভাগ হাইড্রোজেনের সহিত এক ভাগ অক্সিজেনের রাসায়নিক সংযোগের ফলে জল উৎপন্ন হয়। নিম্নলিখিত পরীক্ষাটির সাহায্যে উহা সহজেই প্রমাণ করিতে পারা যায়—

একটা মোটা-গলা বোতলের পেছনটা কাটিয়া ফেলিয়া, দুইটি-ছিদ্র-বিশিষ্ট একটি ছিপি দিয়া উহার মুখটা ভালভাবে আঁটিয়া দিতে হইবে। ছিপির দুইটি ছিদ্রের ভিতর দিয়া দুইটি প্ল্যাটিনাম তার প্রবেশ করাইয়া উহাদের ভিতরের প্রান্ত দুইটি পিটিয়া পাতলা পাতের মত করিতে হইবে। ছিদ্রগুলি মোম বা গালা দিয়া বন্ধ করিয়া বোতলের ভিতর অল্প এ্যাসিড্-মিশান-জল ঢালিয়া দিতে হইবে এবং ঐ-জলেই পরিপূর্ণ, সমান-লম্বা ও সমান-আয়তনের দুইটি পরীক্ষা-নল (Test-tube) প্ল্যাটিনাম পাত দুইটির উপর উপুড় করিয়া রাখিতে হইবে। এইবার সংযোগ-তার সাহায্যে প্ল্যাটিনামের পাত-দুইটি ব্যাটারির মেরু-দুইটির সহিত সংযুক্ত করিয়া বিদ্যুৎ চালাইলেই, পরীক্ষা-নল-দুইটির মধ্যে গ্যাস জমিতেছে দেখা যাইবে। খানিকটা গ্যাস জমিবার পর বুড়া আঙুল দ্বারা মুখ বন্ধ করিয়া পরীক্ষা-নল দুইটি বাহিরে আনিয়া পরীক্ষা করিলে দেখা যাইবে যে—

(১) নল দুইটিতে গ্যাসের আয়তন সমান নয়; একটির আয়তন অপরটির

দ্বিগুণ; (২) যেটিতে গ্যাসের আয়তন কম তাহার মধ্যে একটি অর্ধজ্বলন্ত কাঠি প্রবেশ করাইলে, উহা বেশ উজ্জ্বল হইয়া জ্বলিয়া উঠিবে কিন্তু গ্যাসটি নিজে জ্বলিবে না;—ইহা অক্সিজেন; (৩) অপর গ্যাসটির মধ্যে জ্বলন্ত কাঠি প্রবেশ করাইলে কাঠিটি নিবিয়া যায় বটে কিন্তু গ্যাসটি নিজেই জ্বলিতে থাকে;—ইহা হাইড্রোজেন; (৪) জলে যে-এ্যাসিড্ মিশান ছিল তাহার কোন পরিবর্তন হয় নাই এবং তাহার পরিমাণও পূর্বের মতই আছে।

ইহা হইতে বুঝা যায় যে—আয়তন হিসাবে দুই-ভাগ হাইড্রোজেনের সহিত এক-ভাগ অক্সিজেনের রাসায়নিক সংযোগে জল উৎপন্ন হয়।

Q. 9. Enumerate the different types of natural water adding brief notes on their comparative purity.

Ans. নিম্নে স্বভাবোৎপন্ন জলের বিভাগ ও বিশুদ্ধির আলোচনা করা হইল—

(১) **বৃষ্টির জল**—স্বভাব-লব্ধ জলের মধ্যে ইহা সর্বাপেক্ষা বিশুদ্ধ হইলেও ইহার মধ্যে অক্সিজেন, কার্বন-ডাই-অক্সাইড, এ্যামোনিয়া প্রভৃতি কয়েকটি গ্যাস মিশ্রিত থাকে। তবে প্রথম পশলার পর এই জল সংগ্রহ করিলে অধিকতর বিশুদ্ধ জল পাওয়া যাইতে পারে।

(২) **ঝরণা বা পাতকুয়ার জল**—ইহা নির্মল এবং বেশ স্বচ্ছ। ইহাতে ভাসমান অবিশুদ্ধি থাকে না। ক্যাল্সিয়াম, ম্যাগ্নেসিয়াম, সোডিয়াম, পটাসিয়াম প্রভৃতি ঘটিত অনেক প্রকার লবণ ইহাতে দ্রবীভূত থাকে।

ঝরণার জলে যখন কঠিন ও বায়বীয় পদার্থ-সমূহ অত্যধিক পরিমাণে দ্রবীভূত থাকে তখন উহাকে **খনিজ** (Mineral) জল বলা হয়। এই জলের ভিন্ন ভিন্ন রকমের স্বাদ ও গুণ দেখিতে পাওয়া যায়। এই খনিজ জল উত্তমরূপে ফুটাইয়া উহার সহিত অল্প লবণ ও সোডিয়াম-বাই-কার্বনেট মিশাইয়া বোতলে ভরা হয়

এবং অধিক চাপে কার্বন-ডাই-অক্সাইড গ্যাস উহাতে দ্রবীভূত করিয়া বোতলের মুখ দৃঢ়-ভাবে বন্ধ করা হয়। ইহাই **বাতান্বিত** (Aerated) **জল**।

(৩) **নদীর জল**—ইহাতে নানা-প্রকার বায়বীয় পদার্থ এবং নানা-প্রকার লবণ দ্রবীভূত থাকে। অদ্রবণীয় এবং ভাসমান অবিশুদ্ধিও ইহার মধ্যে যথেষ্ট পরিমাণে বর্তমান। তাই, এই জল সাধারণতঃ ঘোলা হয়।

(৪) **সমুদ্রের জল**—সোডিয়াম, ক্যাল্‌সিয়াম, পটাসিয়াম, ম্যাগ্‌নেসিয়াম প্রভৃতি ঘটিত নানা প্রকার লবণ ইহাতে অত্যধিক পরিমাণে দ্রবীভূত থাকে বলিয়া ইহা নিতান্তই লবণাক্ত ও অব্যবহার্য।

Q. 10. What is soft and hard water? How can hardness be removed?

Ans. **নরম জল** (Soft water)—যে-জলে সাবান ব্যবহার করিলে সহজেই ফেনা হয়, তাহাই নরম জল।

কঠিন জল (Hard water)—যে-জলে সাবান ব্যবহার করিলে সহজে ফেনা হয় না, তাহাই কঠিন জল। জলের এই কাঠিন্য দুই প্রকার—(i) **অস্থায়ী** (Temporary hardness) ও (ii) **স্থায়ী** (Permanent hardness)।

(i) **অস্থায়ী কঠিন জল**—এই জলের কাঠিন্য সহজেই দূর করিতে পারা যায়। এই জলে ক্যাল্‌সিয়াম-বাই-কার্বনেট, ম্যাগ্‌নেসিয়াম-বাই-কার্বনেট বা উভয়ই দ্রবীভূত থাকে। ইহারাই জলের এই প্রকার কাঠিন্যের কারণ। ফুটাইলেই জলের এই কাঠিন্য দূরীভূত হইয়া জল নরম হয়।

(ii) **স্থায়ী কঠিন জল**—এই জলের কাঠিন্য সহজে দূর করিতে পারা যায় না। এই জলে ক্যাল্‌সিয়াম-সাল্‌ফেট, ক্যাল্‌সিয়াম-ক্লোরাইড, ম্যাগ্‌নেসিয়াম-সাল্‌ফেট বা ম্যাগ্‌নেসিয়াম-ক্লোরাইড দ্রবীভূত থাকে। ইহারাই জলের এই প্রকার কাঠিন্যের কারণ। ফুটাইয়া এই জলের কাঠিন্য দূর করিতে পারা যায় না; সোডিয়াম-কার্বনেট মিশাইয়া ইহাকে নরম করিতে পারা যায়। পাতন (Distillation) দ্বারা জলের সকল রকম কাঠিন্যই দূরীভূত হয়।

Q. 11. How would you prepare hydrogen in the laboratory? What is its characteristic test? Enumerate the different properties and uses of hydrogen.

Ans. **বীক্ষণাগারে হাইড্রোজেন প্রস্তুত প্রণালী**—উল্‌ফ-বোতলে (Woulf's bottle) **দস্তা** (Granulated Zinc) ভরিয়া দিয়া, উহার মুখে বাষ্প-নিঃসারক নল (Delivery-tube) ও থিস্‌ল-ফানেল (Thistle-funnel) বেশ আঁট করিয়া লাগাইয়া দিতে হইবে। পরে ফানেল দিয়া বোতলের ভিতর **জল-মিশ্রিত সালফিউরিক এ্যাসিড** ঢালিয়া, থিস্‌ল-ফানেলের নলের মুখটি এ্যাসিডের মধ্যে ডুবাইয়া দিতে হইবে। সাল্‌ফিউরিক-এ্যাসিড ও দস্তার রাসায়নিক সংযোগের ফলে হাইড্রোজেন উৎপন্ন হইবে এবং নল (Delivery-tube) দিয়া বাহির হইয়া আসিবে। প্রথম যাহা বাহির হইবে তাহা খাঁটি নয়,—বায়ু-মিশ্রিত। বায়ু সম্পূর্ণ বাহির হইয়া গেলে, অপেক্ষাকৃত খাঁটি হাইড্রোজেন পাওয়া যাইবে এবং এই সময় বাষ্প-নিঃসারক নলের মুখটি একটি জল-পূর্ণ নিউম্যাটিক ট্রাফের (Pneumatic trough) বি-হাইভ্‌ সেলের (Bee-hive cell) ভিতর ঢুকাইয়া উহার উপর একটি জল-পূর্ণ গ্যাস-জার (Gas-jar) উপুড় করিয়া রাখিতে হইবে। গ্যাস, নল দিয়া বাহিরে আসিয়া, জল নিম্নদিকে অপসারিত করিয়া গ্যাস-জারটি পূর্ণ করিবে। এইবার জারের মুখে ঢাক্‌নি (Lid) লাগাইয়া উহাকে বাহির করিয়া আনিলেই এক-জার হাইড্রোজেন গ্যাস পাওয়া যাইবে।

সতর্কতা—১। বায়ু-মিশ্রিত হাইড্রোজেন বিস্ফোরক; তাই যতক্ষণ হাইড্রোজেন বায়ু-মিশ্রিত থাকিবে ততক্ষণ সংগ্রহ করা উচিত নয়। বায়ু মিশ্রিত হাইড্রোজেন জ্বালাইলে দপ্‌দপ্‌ শব্দ হয়। ২। নিকটে স্পিরিট-ল্যাম্প প্রভৃতি রাখা কর্ত্তব্য নয়। ৩। থিস্‌ল-ফানেলের নলটি এ্যাসিডের মধ্যে যেন ডুবিয়া থাকে।

পরীক্ষা—প্রজ্বলিত শলাকা গ্যাসের ভিতরে রাখিলে নিবিয়া যায় কিন্তু গ্যাস জ্বলিতে থাকে। ইহা চূণের জল শাদা করে না।

হাইড্রোজেনের ধর্ম—ইহার বর্ণ, গন্ধ ও স্বাদ নাই। ইহা সর্বাপেক্ষা হাল্‌কা গ্যাস। ইহা দাহ্য কিন্তু দহন-সহায় নহে। জ্বালাইলে ইহা অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া জলে পরিণত হয়। ইহা জলে ঈষৎ পরিমাণে দ্রব হয়।

হাইড্রোজেনের ব্যবহার—১। এ্যামোনিয়া প্রস্তুতের জন্য এবং বেলুন ও এ্যারোপ্লেনে ইহা ব্যবহৃত হয়। ২। অক্সি-হাইড্রোজেন-ফ্লেম তৈয়ারীতে ইহার প্রয়োজন হয়।

Q. 12. How would you prepare oxygen in the laboratory? What is its characteristic test? Enumerate the different properties and uses of oxygen.

Ans বীক্ষণাগারে অক্সিজেন প্রস্তুত করিবার প্রণালী—

একটি ফ্লাস্কে **পটাসিয়াম-ক্লোরেট ৪ ভাগ ও ম্যাংগানিজ-ডাই-অক্সাইড ১ ভাগ** মিশাইয়া লইতে হইবে। পরে উহার মুখে ছিদ্র যুক্ত একটি রবারের ছিপি আঁটিয়া ছিদ্র-মধ্যে একটি বাষ্প-নিঃসারক নল (Delivery-tube) পরাইয়া দিতে হইবে এবং ঐ-নলের অপর মুখ জল-পূর্ণ একটি নিউম্যাটিক ট্রাফের (Pneumatic trough) বি-হাইভ সেলের (Bee-hive cell) ভিতর প্রবেশ করাইতে হইবে। এইবার তারের জালের উপর ফ্লাস্কটিকে বসাইয়া বুনসেন-বার্নার (Bunsen-burner) সাহায্যে উত্তপ্ত করিলেই অক্সিজেন বাহির হইবে। এখন একটি জল-পূর্ণ গ্যাস-জার (Gas-jar) নিউম্যাটিক ট্রাফ-মধ্যবর্তী নলের উপর উপুড় করিয়া রাখিলে, অক্সিজেন, নিম্নদিকে জল অপসারিত করিয়া, জারটিকে পূর্ণ করিয়া ফেলিবে। এইবার জারের মুখে ঢাকনি লাগাইয়া উহাকে বাহির করিয়া আনিলেই এক-জার অক্সিজেন-গ্যাস পাওয়া যাইবে।

সতর্কতা—১। উত্তাপ পাইলে পটাসিয়াম-ক্লোরেট হইতে স্ফটিক জল

(Water of crystallisation) বাহির হইয়া কাচ-পাত্রটিকে ফাটাইয়া দিতে পারে ; এইজন্য পূর্ব হইতে পটাসিয়াম-ক্লোরেট শুকাইয়া লওয়া কর্ত্তব্য

২। বাষ্প-নিঃসারক-নল জল হইতে বাহির করিয়া লওয়ার পূর্বে বুনসেন-বার্নার যেন সরান না হয় ; অন্যথায় ঠাণ্ডা জল হঠাৎ ফ্লাস্কের মধ্যে ঢুকিয়া উহাকে ফাটাইয়া দিতে পারে।

পরীক্ষা—অক্সিজেন-পূর্ণ পাত্রের মধ্যে একটি অর্ধজ্বলন্ত কাঠি প্রবেশ করাইলে, কাঠিটি বেশ উজ্জলভাবে জ্বলিয়া উঠিয়া গ্যাস-জারটিকে কার্বন-ডাই-অক্সাইডে পূর্ণ করে ও নিবিয়া যায়। এইবার জারের মধ্যে পরিষ্কার চুণের জল ঢালিলে, উহা শাদা হইয়া যাইবে। জ্বলন্ত কাঠির আগুনে গ্যাসটি নিজে জ্বলিয়া উঠে না।

অক্সিজেনের ধর্ম—অক্সিজেনের কোন বর্ণ বা গন্ধ নাই। ইহা অন্যকে জ্বালায়, কিন্তু নিজে জ্বলিতে পারে না। ইহা বায়ু অপেক্ষা ঈষৎ ভারী। কোন মৌলিক পদার্থের সহিত অক্সিজেন যুক্ত হইলে, যে যৌগিক পদার্থ (Oxide) উৎপন্ন হয়, তাহাদের কোন কোনটি জলে দ্রবীভূত হইলে, অম্ল (Acid) উৎপন্ন হইয়া থাকে। ইহা জলে সামান্য পরিমাণে দ্রবীভূত হয়।

অক্সিজেনের ব্যবহার—(১) প্রাণিগণের শ্বাসকার্যের জন্য অক্সিজেনের প্রয়োজন। (২) মৃতপ্রায় রোগীর শ্বাসকষ্ট হইলে দেহ-মধ্যে যথোচিত অক্সিজেন প্রবেশ করাইয়া রোগ উপশম করা হয়। (৩) অক্সি-হাইড্রোজেন-ফ্লেম প্রস্তুত করিবার জন্য ইহার প্রয়োজন হয়। (৪) এ্যাসিটিলিন-গ্যাসের সহিত মিশ্রিত হইয়া ইহা অক্সি-এ্যাসিটিলিন-ফ্লেম তৈয়ারী করে। এই ফ্লেম দ্বারা ধাতু জুড়িবার বা গলাইবার কার্য সাধিত হয়।

Q. 13 How would you prepare nitrogen in the laboratory ? What is its characteristic test ? Enumerate the different properties and uses of nitrogen.

Ans. বীক্ষণাগারে নাইট্রোজেন প্রস্তুত প্রণালী—

একটি ফ্লাস্কে **সোডিয়াম-নাইট্রেট** ও **এ্যামোনিয়াম-ক্লোরাইড** মিশাইয়া লইতে হইবে। পরে উহার মুখে ছিদ্র-যুক্ত একটি রবারের ছিপি আঁটিয়া দিয়া ছিদ্র-মধ্যে একটি বাষ্প-নিঃসারক-নল (Delivery-tube) পরাইয়া দিতে হইবে এবং নলটির অপর মুখ জল-পূর্ণ একটি নিউম্যাটিক-ট্রাফের (Pneumatic trough) বি-হাইভ সেলের (Bee-hive cell) ভিতর প্রবেশ করাইতে হইবে। এইবার তারের জালের উপর ফ্লাস্কটি বসাইয়া বুন্‌সেন-বার্নার (Bunsen-burner) সাহায্যে উত্তপ্ত করিলেই নাইট্রোজেন বাহির হইবে। এখন একটি গ্যাস-জার (Gas-jar) জল-পূর্ণ করিয়া, নিউম্যাটিক-ট্রাফের মধ্যবর্তী নলের উপর উপুড় করিয়া রাখিলে, নাইট্রোজেন, নিম্নদিকে জল অপসারিত করিয়া, জারটি পূর্ণ করিয়া ফেলিবে। এইবার জারের মুখে ঢাক্‌নি লাগাইয়া, উহাকে বাহির করিয়া আনিলেই, এক-জার নাইট্রোজেন পাওয়া যাইবে।

সতর্কতা—গ্যাস বাহির হইতে আরম্ভ করা মাত্র, তাপ দেওয়া বন্ধ করিতে হয়। নতুবা, উত্তাপাধিক্যে হঠাৎ প্রচুর পরিমাণে গ্যাস বাহির হইয়া বিস্ফোরণ হইতে পারে।

পরীক্ষা—প্রজ্বলিত দীপ-শলাকা গ্যাসের মধ্যে রাখিলে, নিবিয়া যায়; গ্যাসও জ্বলে না। ইহা চুণের জলকেও শাদা করে না।

নাইট্রোজেনের ধর্ম—ইহার বর্ণ, গন্ধ ও স্বাদ নাই। ইহা বায়ু অপেক্ষা ঈষৎ হাল্‌কা। ইহা জলে সামান্য পরিমাণে দ্রবীভূত হয়। ইহা নিজেও জ্বলে না, দহন কার্যের সহায়তাও করে না। ইহা অতীব নিস্তেজ পদার্থ; সহজে কোন বস্তুর সংগেই ইহার যোগ হয় না।

নাইট্রোজেনের ব্যবহার—১। বায়ুর মধ্যে অবস্থান করায় অক্সিজেনের প্রবল দাহিকা-শক্তি প্রশমিত থাকে; নতুবা, দ্রুত দহনের ফলে জীব-দেহের অনিষ্ট হইত। ২। জীব-দেহের পুষ্টির জন্য ইহার প্রয়োজন অত্যধিক। ৩। মাটির

উর্বরতার জন্য নাইট্রোজেন-ঘটিত দ্রব্য আবশ্যক। ৪ ইহার সাহায্যে নাইট্রিক এ্যাসিড ও এ্যামোনিয়া প্রস্তুত হয়।

Q. 14. How would you prepare carbon-di-oxide in the laboratory? What is its characteristic test? Enumerate the different properties and uses of carbon-di-oxide.

বীক্ষণাগারে কার্বন-ডাই-অক্সাইড প্রস্তুত প্রণালী—

উল্‌ফ-বোতলে (Woulf's bottle) **মার্বল্‌-পাথরের টুক্‌রা** ভরিয়া দিয়া উহার মুখে থিস্‌ল-ফানেল (Thistle funnel) ও বাষ্প-নিঃসারক-নল (Delivery-tube) বেশ আঁট করিয়া লাগাইয়া দিতে হইবে। পরে ফানেল দিয়া বোতলের ভিতর **জল-মিশ্রিত হাইড্রোক্লোরিক এ্যাসিড** ঢালিয়া থিসল্‌-ফানেলের নলের মুখটি এ্যাসিডের মধ্যে ডুবাইয়া দিতে হইবে। হাইড্রোক্লোরিক এ্যাসিড ও মার্বলের রাসায়নিক সংযোগের ফলে, বোতলের মধ্যে কার্বন-ডাই-অক্সাইড-গ্যাস উৎপন্ন হইয়া নল দিয়া বাহির হইয়া আসিবে। এই সময় বাষ্প-নিঃসারক নলের মুখটি সোজা-করিয়া-বসান একটি গ্যাস-জারের ভিতর রাখিলে,—বায়ু ঊর্ধ্ব দিকে অপসারিত করিয়া, কার্বন-ডাই-অক্সাইড জারটিকে পূর্ণ করিবে। এইবার জারের মুখে ঢাক্‌নি চাপা দিলেই—এক-জার কার্বন-ডাই-অক্সাইড-গ্যাস পাওয়া যাইবে।

পরীক্ষা—প্রজ্বলিত দীপ-শলাকা এই গ্যাসের মধ্যে নিবিয়া যায় এবং উহার সংস্পর্শে গ্যাসটিও জ্বলিয়া উঠে না। পরিষ্কার চূণের জলের ভিতর দিয়া এই গ্যাস চালাইলে, উহা প্রথমে শাদা হইয়া যায়, কিন্তু অধিক ক্ষণ চালাইলে উহা আবার বর্ণ-হীন দেখায়।

কার্বন-ডাই-অক্সাইডের ধর্ম—ইহা বর্ণ-হীন; কিন্তু মিষ্ট স্বাদ ও মিষ্ট গন্ধ বিশিষ্ট। • ইহা বায়ু অপেক্ষা প্রায় দেড়-গুণ ভারী। ইহা জলে দ্রবীভূত হয়।

ইহা দাহ্যও নহে দহন-সহায়ও নহে। ইহা চূণের জলকে শাদা ঘোলাটে করিয়া দেয়।

কার্বন-ডাই-অক্সাইডের ব্যবহার—১। ইহা উদ্ভিদের খাদ্য বিশেষ; সুতরাং মানুষের পক্ষে ইহার পরোক্ষ উপকার। ২। "ফায়ার এক্‌ষ্টিংগুইসার"—নির্মাণে ইহার প্রয়োজন। ৩। জমান কার্বন-ডাই-অক্সাইড গ্যাস, "ড্রাই আইস"-নামে নানা-রূপে ব্যবহৃত হয়। ৪। সোডা, লেমনেড্ ও বরফ প্রস্তুত করিতে এবং কৃত্রিম উপায়ে কোন বস্তুর উষ্ণতা কমাইবার জন্যও ইহা ব্যবহৃত হইয়া থাকে।

জ্যোতির্বিদ্যা

Q. 1. Write short notes on (a) Nebulae, (b) Milky way, (c) Constellations, (d) Stars and Planets, (e) Satellites, (f) Asteroids, (g) Comets and (h) Meteors.

Ans. **(a) নীহারিকা** (Nebulae)—"আমাদের এই নক্ষত্রটির (সূর্যের) চেয়ে বহুগুণ বড়ো জ্যোতিষ্কদের সন্ধান পাওয়া গেছে, তাদের নাম দেওয়া হয়েছে নীহারিকা। রাত্রের আকাশে খালি চোখে তাদের দেখতে পাই লেপে দেওয়া খানিকটা আলো।......বিজ্ঞানীরা অনুমান করেন, সৃষ্টিতে রূপবৈচিত্র্যের পালা আরম্ভ হবার অনেক আগে কেবল ছিল একটা পরিব্যাপ্ত জ্বলন্ত বাষ্প। ......কোটি কোটি বছর ধরে কালে কালে তা ঠাণ্ডা হচ্ছে। তাপ কমতে কমতে গ্যাস থেকে ছোট ছোট টুক্‌রা ঘন হয়ে ভেঙে পড়ছে। এই বিপুল-সংখ্যক কণা একজোট হয়ে নীহারিকা গড়ে তুলছে।......গরম জিনিস যত ঠাণ্ডা হতে থাকে, তার ভিতরকার অণু হোতে থাকে ঘন, বাহিরের দিকে দিতে থাকে ঠেলা। নীহারিকায় সেই দশা ঘটে। ঠাণ্ডা হতেই অণুগুলোর বাহির-মুখো ঠেলায় নীহারিকা ঘুর খেতে থাকে।......নীহারিকার ঘোরার বেগ যখন অত্যন্ত বেড়ে চল্‌ল, তখন তার উপর থেকে সব জ্বলন্ত গ্যাসের খণ্ড আলগা হয়ে ছুটে গেল। তারাই ক্রমে আপন আলো ও তাপ অনেক পরিমাণে খরচ করে নক্ষত্ররূপ ধরেছে।"

—বিশ্বপরিচয়, রবীন্দ্রনাথ ঠাকুর

(b) ছায়াপথ (Milky way)—রাত্রিতে আকাশ নির্মল থাকিলে উহার একপ্রান্ত হইতে অপর প্রান্ত পর্যন্ত বিস্তৃত একটি শাদা পথ লক্ষ্য করা যায়।

ইহাই ছায়া-পথ। কোটি কোটি তারা একত্রিত হইয়া এই পথ সৃষ্টি করে এবং ইহাকে উজ্জল করিয়া রাখে।

(c) **নক্ষত্র-মণ্ডল** (Constellation)—বৈজ্ঞানিকগণ এক একটি বিশিষ্ট নক্ষত্র ও তৎপার্শ্ববর্তী কতকগুলি ছোট ছোট নক্ষত্র লইয়া আকাশকে কতকগুলি ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র অংশে ভাগ করিয়াছেন এবং প্রত্যেক অংশের পৃথক্ পৃথক্ নাম দিয়াছেন। আকাশের এইরূপ এক একটি অংশই নক্ষত্র-মণ্ডল।

(d) **নক্ষত্র ও গ্রহ** (Stars and Planets)—রাত্রিতে নির্মেঘ আকাশের দিকে চাহিলে যে অসংখ্য উজ্জল আলোক বিন্দু দেখিতে পাওয়া যায়, তাহাদের কতকগুলিকে নক্ষত্র এবং কতকগুলিকে গ্রহ বলা হয়। নিম্নে নক্ষত্র এবং গ্রহের মধ্যে পার্থক্য দেখান হইল—

নক্ষত্র	গ্রহ
১। ইহারা নীহারিকা হইতে উৎপন্ন হয়।	১। ইহারা নক্ষত্র (সূর্য) হইতে উৎপন্ন হয়।
২। ইহারা বহুদূরে অবস্থিত।	২। ইহারা অপেক্ষাকৃত অল্পদূরে অবস্থিত।
৩। ইহাদের আলোক চঞ্চল বলিয়া মনে হয় (মিট্‌মিট্ করে)।	৩। ইহাদের আলোক স্থির বলিয়া মনে হয় (মিটমিট করে না)।
৪। দূরবীক্ষণ দিয়া দেখিলে ইহাদিগকে বিশেষ বড় বলিয়া মনে হয় না।	৪। দূরবীক্ষণ দিয়া দেখিলে ইহাদিগকে বেশ বড় দেখায়।
৫। নীহারিকার একটি কেন্দ্রের চারিদিকে ইহারা ঘুরিয়া থাকে।	৫। নক্ষত্রের (সূর্যের) চারিদিকে ইহারা ঘুরিয়া থাকে।
৬। ইহারা সহজে স্থান পরিবর্তন করে না বলিয়া ইহাদিগকে সহজে চিনিতে পারা যায়।	৬। ইহারা অনবরত স্থান পরিবর্তন করে বলিয়া ইহাদিগকে সহজে চিনিতে পারা যায় না।

(e) **উপগ্রহ** (Satellites)—যাহারা সূর্যকে প্রদক্ষিণ করে তাহারা গ্রহ

এবং যাহারা গ্রহকে প্রদক্ষিণ করে তাহারা উপগ্রহ (Satellites)। চন্দ্র পৃথিবীকে প্রদক্ষিণ করে; উহা পৃথিবীর একটি উপগ্রহ।

(f) গ্রহিকা (Asteroids)—বৃহস্পতি ও মংগলের কক্ষ-পথের মাঝখানে সিরিস (Ceres), এরোস (Eros) প্রভৃতি বহু বহু হাজার ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র গ্রহ ঝাঁকে ঝাঁকে সূর্যকে প্রদক্ষিণ করে। ইহারাই গ্রহিকা (Asteroids)। বৈজ্ঞানিকগণ ইহাদিগকে একটি আস্ত গ্রহেরই ভগ্নাবশেষ বলিয়া মনে করেন।

cf. রবীন্দ্রনাথ—"টুক্‌রোগুলোকে কোন একটা আস্ত গ্রহেরই ভগ্নশেষ ব'লে মনে করা যেতে পারে। নিজের ভিতরকারই কোন উৎপাত কিংবা প্রতিবেশী কোন গ্রহের আঘাত লেগে একদা এর একটা বিপ্লবের সময় গিয়েছে; সেই ইতিহাস-বিস্মৃত দুর্যোগ আপন অখ্যাত আবর্জনাগুলোকে সূর্যের চারিদিকে ঘুরু খাইয়ে কোনমতে রীত রক্ষা করছে।"

(g) ধুম-কেতু (Comet)—নক্ষত্র, গ্রহ ও উপগ্রহ ব্যতীত আরও এক রকম জোতিষ্ক মাঝে মাঝে দেখিতে পাওয়া যায়। ইহারা ধুম-কেতু। ইহাদের সৃষ্টি সম্বন্ধে ঠিকমত কোন সিদ্ধান্তে পৌছিতে পারা যায় নাই।

ইহাদের দেহকে তিন ভাগে বিভক্ত করিতে পারা যায়। সর্বাপেক্ষা উজ্জ্বল অংশটি উহার **কেন্দ্র** (Nucleus); ইহারই পরবর্তী খানিকটা আলোকিত অংশ উহার **মুণ্ড** (Head) এবং মুণ্ডের পশ্চাতের অংশই উহার **পুচ্ছ** (Tail)। কাহারও পুচ্ছ থাকে; কাহারও পুচ্ছ থাকে না; আবার কাহারও বা অনেকগুলি করিয়া পুচ্ছ থাকে। এই পুচ্ছগুলি অতিসূক্ষ্ম একপ্রকার গ্যাসদ্বারা নির্মিত।

ধূম-কেতু যতই সূর্যের নিকটবর্তী হয় উহার কেন্দ্রটি ততই উজ্জ্বল হয় এবং পুচ্ছটিও লম্বা হইতে থাকে। ইহা হইতে অনেকে মনে করেন যে মুণ্ডটি কঠিন পদার্থ-নির্মিত ডেলা বিশেষ। উহা যতই সূর্যের নিকটবর্তী হয়, উত্তাপ লাগিয়া ততই উহা বাষ্পাকারে পরিণত হয় এবং এই বাষ্প-রাশি কোন কারণে সূর্যের বিপরীত দিকে প্রসারিত হইয়া পুচ্ছ সৃষ্টি করে।

উপবৃত্তাকার (Elliptica'), অতিবৃত্তাকার (Parabolic) এবং পরাবৃত্তাকার

(Hyper-bolic)—এই তিন রকম পথে ইহারা ভ্রমণ করে। যাহারা পথে সূর্যকে প্রদক্ষিণ করে তাহাদিগকে নির্দিষ্ট সময় অন্তর অন্তর দেখা যায়। হ্যালির ধূম-কেতু (Halley's comet) এই ধরণের। ইহাকে ৭৫।৭৬ বৎসর অন্তর অন্তর একবার দেখিতে পাওয়া যায়। ১৯১০ সালে ইহাকে দেখা গিয়াছিল এবং ১৯৮৬ সালে ইহাকে আবার দেখিতে পাইবার কথা।

(h) **উল্কা-পিণ্ড** (Meteor)—সূর্যের আকর্ষণে ধূম কেতু সময় সময় চূর্ণ বিচূর্ণ হইয়া যায়। এই চূর্ণগুলি উপবৃত্তাকার পথে সূর্যকে প্রদক্ষিণ করে। ইহারাই উল্কা-পিণ্ড। পৃথিবীর নিকটবর্তী হইলে পৃথিবীর আকর্ষণে উহারা কক্ষ-চ্যুত হইয়া খসিয়া পড়ে। তীব্র বেগে পৃথিবীতে আসিবার সময়, পৃথিবীর বায়ু-মণ্ডলের সহিত সংঘর্ষে উহারা জ্বলিয়া পুড়িয়া ছাই হইয়া যায়। ২১শে এপ্রিল, ৯,১০,১১ই আগষ্ট,১২,১৩,১৪ই ও ২৭শে নভেম্বর রাত্রিতে 'উল্কাবৃষ্টির আতশবাজি' একটি দেখিবার মত জিনিস। এই সময় পৃথিবীকে উল্কার পথ ভেদ করিয়া যাইতে হয়। উল্কার কোন আলোক নাই; উহা নিকেল, লৌহ প্রভৃতি ধাতুদ্বারা গঠিত।

Q. 2. What do you mean by (a) Ecliptic, (b) belt of the Zodiac and (c) signs of the Zodiac? How can the signs of the Zodiac be located in the sky?

Ans. **ক্রান্তি-বৃত্ত** (Ecliptic)—বার্ষিক গতির সাহায্যে পৃথিবী যে-পথে সূর্যকে ৩৬৫$\frac{1}{4}$ দিনে একবার প্রদক্ষিণ করে তাহাই ক্রান্তি-বৃত্ত।

রাশি-চক্র (Belt of the Zodiac)—ক্রান্তি-বৃত্ত (Ecliptic) হইতে ৮° উত্তরে ও ৮° দক্ষিণে, উহার সহিত সমান্তরাল দুইটি বৃত্ত কল্পনা করিলে যে প্রশস্ত বন্ধনীর (Belt) সৃষ্টি হয়, তাহাই রাশি-চক্র।

রাশি (Sign of the Zodiac)—বৈজ্ঞানিকগণ রাশি-চক্রকে সমান বার ভাগে ভাগ করিয়া এক একটি ভাগকে এক একটি রাশি বলিয়া থাকেন। রাশির

অন্তর্গত নক্ষত্রগুলির মিলনে যে আকৃতি কল্পনা করা যায় তদনুসারেই রাশিগুলির নাম-করণ হইয়া থাকে। এইরূপে বারটি রাশির নাম (১) মেষ (Aries) (২) বৃষ (Taurus) (৩) মিথুন (Gemini) (৪) কর্কট (Cancer) (৫) সিংহ (Leo) (৬) কন্যা (Virgo) (৭) তুলা (Libra) (৮) বৃশ্চিক (Scorpio) (৯) ধনু (Sagittarius) (১০) মকর (Capricornus) (১১) কুম্ভ (Aquarius) (১২) মীন (Pisces)।

বৈশাখ মাসের প্রারম্ভে সূর্যাস্তের প্রায় দুই ঘণ্টা পরে আকাশের দিকে চাহিয়া দেখিলে রাশি-চক্রের মধ্যে পূর্ব-ক্ষিতিজ (Horizon) হইতে আরম্ভ করিয়া পশ্চিম-ক্ষিতিজ পর্যন্ত তুলা, কন্যা, সিংহ, কর্কট, মিথুন এবং বৃষ রাশিকে পর পর দেখিতে পাওয়া যায় ; আবার কার্তিকের প্রারম্ভে সূর্যাস্তের প্রায় দুই ঘণ্টা পরে, মেষ, মীন, কুম্ভ, মকর, ধনু এবং বৃশ্চিক রাশিকেও পর পর দেখিতে পাওয়া যায়।

Q. 3. Name and describe some of the important constellations of the sky.

Ans. সপ্তর্ষি-মণ্ডল—সাতটি দ্বিতীয়-শ্রেণীর উজ্জ্বল নক্ষত্র জিজ্ঞাসার চিহ্নের (?) আকারে উত্তর-আকাশে সজ্জিত থাকে। ইহাই **সপ্তর্ষি-মণ্ডল** (Ursa major)। জিজ্ঞাসার চিহ্নের মাথা হইতে লেজ পর্যন্ত যে সাতটি নক্ষত্র থাকে ভারতবর্ষের সাতটি প্রাচীন ঋষির নাম অনুযায়ী, তাহাদিগকে যথাক্রমে (১) **ক্রতু** (২) **পুলহ** (৩) **পুলস্ত্য** (৪) **অত্রি** (৫) **অংগিরা** (৬) **বশিষ্ঠ** এবং (৭) **মরীচি** বলা হয়। ভল্লুকের আকৃতি কল্পনা করিয়া ইংরাজেরা ইহাকে Great bear নাম দিয়াছেন। সপ্তর্ষি-মণ্ডলের পুলহ ও ক্রতুকে এক সরল-রেখা দ্বারা যোগ করিয়া উত্তর-আকাশের দিকে বাড়াইয়া দিলে—উহা ধ্রুব-তারার নিকট দিয়া যায়।

লঘু-সপ্তর্ষি-মণ্ডল—উত্তর-আকাশে ধ্রুব ও আরও ছয়টি চতুর্থ-শ্রেণীর নক্ষত্র সপ্তর্ষির আকারে সজ্জিত হইয়া একটি নক্ষত্র-মণ্ডল সৃষ্টি করিয়াছে। ইহাকে **লঘু-সপ্তর্ষি-মণ্ডল** বা **শিশুমার** (Ursa minor) বলা হয়। ভল্লুকের আকৃতি

কল্পনা করিয়া ইংরাজেরা ইহাকে Little bear বলিয়া থাকেন। বাংলা দেশ হইতে ইহাকে বৎসরের সকল সময়ই দেখিতে পাওয়া যায়।

ক্যাসিওপিয়া—ধ্রুব-তারার যে-দিকে সপ্তর্ষিমণ্ডল তাহার বিপরীত দিকে পাঁচটি তৃতীয়-শ্রেণীর নক্ষত্র ইংরাজী M বা W আকারে সজ্জিত হইয়া একটি নক্ষত্র-মণ্ডল সৃষ্টি করিয়াছে। ইহার নাম **ক্যাসিওপিয়া**। শীতকালে সপ্তর্ষি-মণ্ডল যখন দেখা যায় না, তখন উত্তর-আকাশে ইহাকে দেখা যায় এবং ইহারই সাহায্যে ধ্রুব-নক্ষত্রকে সহজে চিনিতে পারা যায়।

পেগাসাস্—এ্যান্‌ড্রোমেডা—পারসিউস-মণ্ডল—এই তিনটি মণ্ডল ক্যাসিওপিয়ার উত্তর-পূর্বে অবস্থিত। (i) উপরে চারি কোণে চারিটি নক্ষত্র মিলিয়া ঘুড়ির আকারে সজ্জিত **পেগাসাস্** (Pegasus)। ইহার তিন কোণে তিনটি উজ্জ্বল নক্ষত্র—(১) **পূর্বভাদ্রপদ** (Markale), (২) **উত্তরভাদ্রপদ** (Alpheratiz) এবং (৩) **গোপদ** (Algenib)।

(ii) পেগাসাসের এক কোণ হইতে তিনটি নক্ষত্র এক রেখায় থাকিয়া যে নক্ষত্র-মণ্ডলের সৃষ্টি করে তাহাই **এ্যান্‌ড্রোমেডা** (Andromeda)। ইহাকে পেগাসাসের লেজের মত দেখায়।

(iii) এই লেজের সর্বশেষ নক্ষত্রটির চারিদিকে কতকগুলি নক্ষত্র একত্র হইয়া যে নক্ষত্র-মণ্ডল গঠন করে—তাহাই **পারসিউস** (Perseus)। এই মণ্ডলের উজ্জ্বল তারাটির নাম **আল্‌গল** (Algol) বা **দৈত্য-তারা**। ইহারই অনতিদূরে সাতটি ছোট ছোট নক্ষত্র দ্বারা গঠিত **কৃত্তিকা** বা **সাতভাই** (Pleiades) নক্ষত্র-মণ্ডল।

কাল-পুরুষ—ছোট-কেনিস—বড়-কেনিস মণ্ডল—বৈশাখের সন্ধ্যায় পশ্চিম-আকাশের এবং অগ্রহায়ণের শেষভাগ ও পৌষের প্রথম ভাগে পূর্ব আকাশের বিখ্যাত নক্ষত্রমণ্ডল **কাল-পুরুষ** (Orion)। **বাণ-রাজা** (Rigel) এবং **আর্দ্রা** (Betelgeux) ইহার দুইটি প্রথম-শ্রেণীর নক্ষত্র। ইহার নক্ষত্রগুলিকে

কাল্পনিক রেখাদ্বারা সংযুক্ত করিলে একটি মানুষের (ব্যাধের) মত দেখায়। ইহার হাতে ধনু, কোমরে কোমর-বন্ধ, কোমর-বন্ধে তলোয়ার ঝুলান, সংগে দুইটি কুকুর—(i) **ছোট-কেনিস** (ii) **বড়-কেনিস** এবং উহা যেন **বৃষকে** (Taurus) মারিতে উদ্যত হইয়াছে।

(i) **ছোট-কেনিস**—কাল-পুরুষের পূর্বদিকে **সরমা** (Procyon) নামে একটি উজ্জ্বল তারা দেখিতে পাওয়া যায়। উহা যে-নক্ষত্র-মণ্ডলের অন্তর্গত তাহার নাম **ছোটকেনিস** (Canis minor)।

(ii) **বড়-কেনিস**—কাল-পুরুষের ডান পায়ের নিকট **লুব্ধক** (Sirius) নামে একটি উজ্জ্বল তারা দেখা যায়। উহা সর্বপেক্ষা উজ্জ্বল তারা এবং উহা যে নক্ষত্র-মণ্ডলের অন্তর্গত তাহার নাম **বড়-কেনিস** (Canis major)।

বুটিস্—সপ্তর্ষির দক্ষিণ-পশ্চিমে এবং কিঞ্চিৎ উপরে একটি প্রথম-শ্রেণীর লাল রঙের তারা দেখিতে পাওয়া যায়। ইহা **স্বাতী** (Arcturus)। ইহা যে-নক্ষত্র-মণ্ডলের অন্তর্গত তাহার নাম **বুটিস্** (Bootes)। গ্রীষ্মকালে ইহাকে পূর্বাকাশে এবং শরতের প্রারম্ভে ইহাকে পশ্চিম-আকাশে দেখিতে পাওয়া যায়।

সিংহ-মণ্ডল—সপ্তর্ষির ক্রতু ও পুলহকে যোগ করিয়া রেখাটি উপরদিকে বাড়াইয়া দিলে উহা কতকগুলি ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র তারকা-গুচ্ছের মধ্যে আসিয়া পড়ে। ইহা **লঘু-সিংহ-মণ্ডল** (Leo minor)। রেখাটিকে আরও বাড়াইয়া দিলে উহা রাশি-চক্র-স্থিত যে বড়-নক্ষত্র-মণ্ডলের মধ্যে পৌঁছায় তাহাই **সিংহ-মণ্ডল**। সিংহের আকৃতির সহিত ইহার অনেকটা সাদৃশ্য দেখিতে পাওয়া যায়। ইহার পায়ের নিকট একটি প্রথম-শ্রেণীর তারা থাকে তাহার নাম **মঘা** (Regulus) এবং লেজের দিকে একটি প্রথম-শ্রেণীর নক্ষত্র থাকে তাহার নাম **উত্তরফল্গুনী** (Denebola)।

Q. 4. What do you mean by 'Stars of first magnitude,? Name some of such stars and the constellations they belong to.

Ans. নক্ষত্রসকল পৃথিবী হইতে সমান দূরে নয় এবং সমান আয়তনেরও নহে; এইজন্য ইহাদিগকে সমান উজ্জ্বলও দেখায় না। উজ্জ্বলতার তারতম্যে নক্ষত্রগুলিকে ১৪টি শ্রেণীতে ভাগ করা হইয়াছে। সর্বাপেক্ষা উজ্জ্বল কুড়িটি নক্ষত্র প্রথম-শ্রেণীর অন্তর্গত এবং উহাদিগকে প্রথম-শ্রেণীর নক্ষত্র (Stars of first magnitude) বলা হয়। নিম্নে কতকগুলি প্রথম-শ্রেণীর নক্ষত্র ও তাহাদের নক্ষত্র-মণ্ডলের নাম দেওয়া হইল—

নক্ষত্রের নাম	নক্ষত্র-মণ্ডলের নাম
রোহিণী (Aldebaran)	বৃষ (Taurus)
১ম পুনর্বসু (Pollux)	মিথুন (Gemini)
মঘা (Regulus)	সিংহ (Leonis)
উত্তরফল্গুনী (Denebola)	সিংহ (Leonis)
চিত্রা (Spica)	কন্যা (Virgo)
জ্যেষ্ঠা (Antares)	বৃশ্চিক (Scorpio)
ফমালহাউট (Fomalhaut)	পিসিস্ (Pisces)
আল্‌ফা সেণ্টরি	(Alpha Centauri)

নক্ষত্রের নাম	নক্ষত্র-মণ্ডলের নাম
আর্দ্রা (Betelgeaux)	কাল-পুরুষ (Orion)
স্বাতী (Arcturus)	বুটিস্ (Bootes)
শ্রবণা (Altair)	একুইলি (Aquilae)
অভিজিৎ (Vega)	লাইরা (Lyroe)
লুব্ধক (Sirius)	বৃহৎ কুকুর (Canis-major)
অগস্ত্য (Canopus)	আর্গাস (Argus)
সরমা (Procyon)	ক্ষুদ্র কুকুর (Canis-minor)
বাণ রাজা (Rigel)	কালপুরুষ (Orionis)

Q. 5. Write short notes on—(a) Pole-star (b) Hadley's octant (c) Sirius and (d) Alpha Centauri.

Ans. (a) ধ্রুব-তারা (Pole star)—রাত্রিতে নির্মেঘ আকাশের দিকে চাহিয়া দেখিলে দেখিতে পাওয়া যায় যে উত্তর-আকাশে একটি দ্বিতীয়-শ্রেণীর অল্পোজ্জ্বল নক্ষত্রকে কেন্দ্র করিয়া অন্যান্য নক্ষত্রগুলি পূর্ব হইতে পশ্চিমে ঘুরিতেছে এবং কেন্দ্রস্থ এই নক্ষত্রটি নিশ্চল অবস্থায় রহিয়াছে। নিশ্চল বলিয়া এই নক্ষত্রটিকে ধ্রুব নক্ষত্র বা ধ্রুব-তারা বলা হয় এবং উত্তর-মেরুর অতিনিকটে

অবস্থিত বলিয়া ইংরাজীতে ইহাকে Polaris বা Pole-star বলা হইয়া থাকে। ইহা লঘু সপ্তর্ষি-মণ্ডলের (Ursa minor) অন্তর্গত। সপ্তর্ষির পুলহ ও ক্রতুকে একটি সরল-রেখার দ্বারা যোগ করিয়া উত্তর দিকে বাড়াইয়া দিলে উহা ধ্রুব-নক্ষত্রের নিকট দিয়া যায়। দিগ্‌দর্শন-যন্ত্রের আবিষ্কারের পূর্বে সমুদ্র-বক্ষে ভাসমান দিগ্‌ভ্রান্ত নাবিক ইহারই সাহায্যে দিঙ্‌নির্ণয় করিয়া আত্মরক্ষা করিত।

(b) **হ্যাড্‌লির অক্‌ট্যাণ্ট** (Hadley's Octant)—দক্ষিণ-মেরুতে ধ্রুব-তারারই অনুরূপ একটি নক্ষত্র আছে উহাকেই হ্যাড্‌লির অক্‌ট্যাণ্ট বলা হয়।

(c) **লুব্ধক** (Sirius)—ইহা বৃহৎ-কুকুর (Canis major) নামক নক্ষত্র-মণ্ডলের অন্তর্গত প্রথম-শ্রেণীর নক্ষত্র বিশেষ। ইহা আকাশ-মণ্ডলের সর্বাপেক্ষা উজ্জ্বল নক্ষত্র।

(d) **আল্‌ফা-সেণ্টরি** (Alpha Centauri)—ইহা ঐ-নামের নক্ষত্র-মণ্ডলের অন্তর্গত প্রথম-শ্রেণীর নক্ষত্র বিশেষ। সূর্য ব্যতীত পৃথিবীর সর্বাপেক্ষা নিকট-বর্তী নক্ষত্র এই আল্‌ফা-সেণ্টরি (Alpha Centauri)।

Q. 6. Write a short essay on "The sun", dwelling mainly on the following points :—sun—what it is—its shape and size—its distance from the earth—materials of the sun and the state in which they exist—the interior of the sun and the cause of its intense heat—Sun-spot—photo-sphere reversing layer—chromo-sphere—corona.

Ans. (a) সূর্য একটি নক্ষত্র। পৃথিব্যাদি গ্রহ, চন্দ্রাদি উপগ্রহ এবং ধূম-কেতু প্রভৃতি জোতিষ্ক ইহারই প্রচণ্ড আকর্ষণে, ইহাকে কেন্দ্র করিয়া ঘুরিয়া বেড়ায়। (b) ইহার মেরু-ব্যাস (Polar diameter) ও বিষুব-ব্যাস (Equatorial diameter) একই দৈর্ঘ্যের ; সুতরাং উহা যে সম্পূর্ণ গোলাকার সে বিষয়ে

কিছুমাত্র সন্দেহ নাই। সূর্যের আয়তন পৃথিবীর আয়তন ... বড। (c) ইহা পৃথিবী হইতে ৯ কোটি ৩০ লক্ষ মাইল দূরে অবস্থিত।

(d) **সূর্যের উপাদান**—পৃথিব্যাদি গ্রহ সূর্য হইতেই উৎপন্ন; সুতরাং যে যে মৌলিক পদার্থ দ্বারা পৃথিবী গঠিত সূর্যও সেই সকল উপাদানেই গঠিত। তবে সূর্যের অভ্যন্তরের প্রচণ্ড উত্তাপে উপাদানগুলি কঠিন, তরল, বায়বীয়—সকল প্রকার অবস্থা অতিক্রম করিয়া ভাঙা পরমাণুর এক কল্পনাতীত অবস্থায় পর্যবসিত। বর্ণালি-বিশ্লেষণ-পরীক্ষা দ্বারা সূর্যের উপাদান সম্বন্ধে বিজ্ঞানিগণ প্রভূত জ্ঞান অর্জন করিয়াছেন।

(e) **সূর্য-তাপের হেতু**—"সূর্যের উপরিতলে পরমাণু ভাঙনের কাজ চলছে। এই উপরিতল পার হযে যদি ভিতরে পরীক্ষা করা সম্ভব হোত, তা হোলে দেখা যেত পরমাণুগুলো সম্পূর্ণ গেছে ভেঙে। পদার্থের সে-অবস্থার কোনো অভিজ্ঞতাই আমাদের নাই। বিজ্ঞানীরা বলেন পরমাণু ভাঙনের প্রক্রিয়া থেকে যে তেজ বেরোয় সে অতি প্রচণ্ড। যে উত্তপ্ত জ্যোতিষ্কের মধ্যে পরমাণুর এই রকম রূপ বদলের উত্তেজনা কেবলি চলছে সেখানে তার আর ঠাণ্ডা হবার সময় থাকে না। তাই কোটি কোটি বছর ধরে এই প্রলয়ের ক্ষোভে সূর্যের তাপ কমতে দিচ্ছে না।"

—বিশ্বপরিচয়, রবীন্দ্রনাথ।

(f) **সূর্য-কলংক**—সূর্যের ভিতর হইতে মাঝে মাঝে অগ্ন্যুৎপাত হয়। এই সময় উহার অভ্যন্তর-ভাগ হইতে বাষ্পরাশি প্রচণ্ড বেগে বাহির হয় এবং আলোক-মণ্ডল ভেদ করিয়া ঊর্ধ্বে উৎক্ষিপ্ত হয়। বাহিরে আসিবামাত্র উহাদের চাপ কমিয়া যায় বলিয়া তাপ মাত্রাও ঢের কম হয় এবং আলোক-মণ্ডলের অন্যান্য অংশের তুলনায় উহার ঔজ্জ্বল্য এত কম হয় যে দূরবীক্ষণ যন্ত্রে ঐ-গুলিকে কতকগুলি কাল দাগের মত দেখায়। এই কাল দাগগুলিই **সূর্য কলংক** (Sun-spot)। এই দাগগুলির ঘূর্ণন লক্ষ্য করিয়া বৈজ্ঞানিকগণ স্থির করিয়াছেন যে পৃথিবীর ন্যায় সূর্যও মেরু-দণ্ডের চারিদিকে ঘুরে এবং সম্পূর্ণরূপে একবার ঘুরিয়া আসিতে উহার সাতাশ দিন সময় লাগে।

(i) আলোক-মণ্ডল—সূর্যের বাহিরের [illegible] থাকে ; এইজন্য ইহাকে [illegible] Photo-sphere) বলা হয়। সূর্য হইতে আমরা যে আলোক পাই, তাহা [illegible] আবরণ হইতে নিঃসৃত হয়।

(ii) বিশোষণ-মণ্ডল—আলোক-মণ্ডলের বাহিরের আবরণকে বিশোষণ-মণ্ডল (Reversing-layer) বলা হইয়া থাকে। আলোক যখন ইহার ভিতর দিয়া যায় তখন এই স্থানের উত্তপ্ত বাষ্পরাশি উহার মধ্যস্থিত স্ব স্ব বর্ণালি শোষণ করিয়া লয়।

(iii) বর্ণ-মণ্ডল—বিশোষণ-মণ্ডলের বাহিরের *প্রদীপ্ত এবং রক্তবর্ণ আবরণ-*টিকে বর্ণ-মণ্ডল (Chromo-sphere) বলা হয়।

(iv) ছটা-মণ্ডল—বর্ণ-মণ্ডলকে ঘিরিয়া বহু-দূর-ব্যাপী এক শাদা মণ্ডল আছে তাহাকে ছটা-মণ্ডল (Corona) বলা হয়। পূর্ণ সূর্য-গ্রহণের সময় ব্যতীত অন্ত-কোন সময় বর্ণ-মণ্ডল ও ছটা-মণ্ডল দেখিতে পাওয়া যায় না।

Q. 7. (a) Describe the solar system ; (b) state how earth and other planets came into existence ; (c) give a brief account of all the planets of the solar system.

Ans. *(a)* **সৌর জগৎ**—সূর্য একটি নক্ষত্র। সূর্যকে কেন্দ্র করিয়া যাহারা পরিভ্রমণ করে তাহারা **গ্রহ,** এবং গ্রহকে কেন্দ্র করিয়া যাহারা পরিভ্রমণ করে তাহারা **উপগ্রহ**। সূর্য, গ্রহ, উপগ্রহ প্রভৃতি লইয়া যে জগৎ—তাহাকেই আমরা **সৌর জগৎ** (Solar system) বলিয়া থাকি। গ্রহাণুপুঞ্জ বাদ দিলে সৌর-জগতে মাত্র নয়টি বড় বড় গ্রহ দেখিতে পাওয়া যায়। গ্রহগুলির মধ্যে কাহারও উপগ্রহ আছে, কাহারও উপগ্রহ নাই। যাহাদের আছে তাহাদের কাহারও উপগ্রহ সংখ্যা এক এবং কাহারও বা একাধিক। প্রত্যেক গ্রহেরই

দুই রকমের গতি দেখিতে পাওয়া যায়—(১) **আবর্তন (Rotation)**—গ্রহ গতি-দ্বারা উহারা আপন মেরু-দণ্ডের চারিদিকে ঘুরিয়া থাকে; (২) **পরিক্রমণ (Revolution)**—এই গতি দ্বারা উহারা নিজ নিজ কক্ষপথে নির্দিষ্ট সময়ে সূর্যকে প্রদক্ষিণ করিয়া থাকে। সব গ্রহগুলির আয়তন সমান নয় এবং সূর্য হইতে উহারা সমান দূরেও থাকে না। সূর্যের সর্বাপেক্ষা নিকটবর্তী গ্রহ **বুধ**, তারপর **শুক্র, পৃথিবী, মংগল, গ্রহাণু-পুঞ্জ, বৃহস্পতি, শনি, ইউরেনাস, নেপচুন**, এবং **প্লুটো** ক্রমশঃ দূর হইতে অধিকতর দূরবর্তী।

(b) **গ্রহোৎপত্তির ইতিহাস**—"কেউ কেউ আন্দাজ করেন যে প্রায় দুশো কোটি-বছর আগে…একটা প্রকাণ্ড নক্ষত্র এসে পড়েছিল তখনকার যুগের সূর্যের কাছে। ঐ-নক্ষত্রের টানে সূর্যের মধ্যে প্রচণ্ডবেগে উথলে উঠল অগ্নি-বাষ্পের জোয়ারের ঢেউ। অবশেষে টানের চোটে কোন কোন ঢেউ বেড়ে উঠতে উঠতে ছিঁড়ে বেরিয়ে গেল। সেই বড়ো নক্ষত্র হয়ত এদের কতকগুলোকে আত্মসাৎ করে থাকবে, বাকি টুকরোগুলো সূর্যের প্রবল টানে তখন থেকে ঘুরতে লাগল সূর্যের চারিদিকে। এই ছোটো বড়ো জ্বলন্ত বাষ্পের টুকরোগুলি থেকেই গ্রহদের উৎপত্তি; পৃথিবী তাদেরই মধ্যে একটি। এরা ক্রমশঃ আপন তেজ ছড়িয়ে দিয়ে ঠাণ্ডা হয়ে গ্রহের আকার ধরেছে।"

—বিশ্বপরিচয়, রবীন্দ্রনাথ

(c) **গ্রহগণের সংক্ষিপ্ত পরিচয়**—

(i) **বুধ**—ইহা সর্বাপেক্ষা ছোট এবং সূর্যের সর্বাপেক্ষা নিকটবর্তী গ্রহ। ইহা সূর্য হইতে ৩ কোটি ৫৯ লক্ষ মাইল দূরে অবস্থিত। উপবৃত্তাকার পথে সূর্যকে একবার পরিক্রমণ করিয়া আসিতে ইহার লাগে ৮৮ দিন; তাই উষা-তারকা বা সন্ধ্যা-তারকা রূপে উহাকে আমরা বৎসরে ৮ বার মাত্র দেখিতে পাই। পরিক্রমণ কালে বুধের একটা দিকই চিরকাল সূর্যের দিকে ফিরিয়া থাকে। চন্দ্রের ন্যায় ইহার কলার হ্রাস-বৃদ্ধি হয়। ইহার উপগ্রহ নাই, বায়ুমণ্ডলও নাই।

(ii) **শুক্র**—ইহা পৃথিবীর সর্বাপেক্ষা নিকটে থাকে ; এইজন্য ইহাকে খুব বেশী উজ্জল দেখায়। ইহা সূর্য হইতে ৬ কোটি ৭০ লক্ষ মাইল দূরে অবস্থিত। বৃত্তাকার পথে সূর্যকে একবার পরিক্রমণ করিয়া আসিতে ইহার লাগে প্রায় ২২৫ দিন। বৎসরে কয়েক সপ্তাহ **সন্ধ্যা-তারা রূপে** এবং কয়েক সপ্তাহ **প্রভাতী-তারা** বা **শুক-তারা রূপে** ইহাকে দেখিতে পাওয়া যায়। চন্দ্রের ন্যায় ইহার কলার হ্রাস-বৃদ্ধি হয়। ইহাতে বায়ুমণ্ডল আছে। বুধের ন্যায় ইহারও কোন উপগ্রহ নাই।

(iii) **পৃথিবী**—ইহা সূর্য হইতে ৯ কোটি ৩০ লক্ষ মাইল দূরে অবস্থিত। ইহার আকার গোল, তবে উত্তর-দক্ষিণে কিঞ্চিৎ চাপা। ইহার বিষুব-ব্যাস ৭৯২৬ মাইল, মেরু-ব্যাস ৭৯০০ মাইল এবং পরিধি ২৫০০০ মাইল। আবর্তন-গতি দ্বারা মেরু-দণ্ডের চারিদিকে একবার ঘুরিতে ইহার লাগে ২৩ ঘণ্টা ৫৬ মিনিট এবং পরিক্রমণ-গতি দ্বারা সূর্যকে একবার ঘুরিয়া আসিতে ইহার লাগে ৩৬৫¼ দিন। পৃথিবীর একটি মাত্র উপগ্রহ—**চন্দ্র**।

(iv) **মংগল**—ইহা সূর্য হইতে গড়ে ১৪ কোটি ১০ লক্ষ মাইল দূরে অবস্থিত। ইহা উপবৃত্ত-পথে সূর্যকে ৬৮৭ দিনে একবার পরিক্রমণ করিয়া আসে। আবর্তন-গতি দ্বারা মেরু-দণ্ডের চারিদিকে একবার ঘুরিয়া আসিতে ইহার লাগে ২৪ ঘণ্টা ৩৭ মিনিট। মংগলে বাতাসও আছে, জলও আছে—তাই, এ-গ্রহে প্রাণী থাকা অসম্ভব নয় বলিয়া অনেকে অনুমান করেন। ইহার দুইটি উপগ্রহ—**ডীমস্** (Deemos) ও **ফোবাস** (Phobas)।

(v) **বৃহস্পতি**—আয়তনে গ্রহদিগের মধ্যে ইহা বৃহত্তম। সমস্ত গ্রহগুলি একত্র করিলেও ইহার সমান হয় না। ইহা সূর্য হইতে ৪৮ কোটি ২০ লক্ষ মাইল দূরে অবস্থিত। মেরু-দণ্ডের চারিদিকে একবার আবর্তন করিতে ইহার লাগে ৯ ঘণ্টা ৫৫ মিনিট। সূর্যকে একবার পরিক্রমণ করিতে ইহার লাগে প্রায় ১২ বৎসর। বৃহস্পতির বায়ু-মণ্ডল আছে এবং উহাতে যে ঝড় উঠে তাহা পৃথিবীর ঝড় অপেক্ষা

অনেক প্রবল। ইহার হাওয়ায় এ্যামোনিয়া ও আলেয়া-গ্যাস মিশ্রিত থাকে। ইহার নয়টি উপগ্রহ।

(vi) **শনি**—ইহা সূর্য হইতে ৮৮ কোটি ৪০ লক্ষ মাইল দূরে অবস্থিত। মেরু-দণ্ডের চারিদিকে একবার আবর্তন করিতে ইহার লাগে ১০ ঘণ্টা ১৪ মিনিট। সূর্যকে একবার পরিক্রমণ করিতে ইহার লাগে প্রায় ২৯॥০ বৎসর। ইহার আকার গোল এবং তিনটি জ্যোতির্ময় বলয় ইহাকে বেষ্টন করিয়া থাকে। শনির দশটি উপগ্রহ; উহাদের মধ্যে **টাইটান** (Titan) সর্বাপেক্ষা বড়, **মাইমস** (Mimos) সর্বাপেক্ষা নিকটবর্তী এবং **ফিব** (Phoebe) সর্বাপেক্ষা দূরবর্তী।

(vii) **ইউরেনস**—ইহা সূর্য হইতে ১৭৮ কোটি মাইল দূরে অবস্থিত। মেরু-দণ্ডের চারিদিকে একবার আবর্তন করিতে ইহার লাগে ৯½ ঘণ্টা এবং সূর্যকে একবার পরিক্রমণ করিতে ইহার লাগে প্রায় ৮৪ বৎসর। ইহার চারিটি উপগ্রহ।

(viii) **নেপচুন**—ইহা সূর্য হইতে প্রায় ২৭৯ কোটি মাইল দূরে অবস্থিত। কোন কোন পণ্ডিতের মতে, মেরু-দণ্ডের চারিদিকে একবার ঘুরিতে ইহার লাগে ৭ ঘণ্টা ৫৫ মিনিট। সূর্যকে একবার পরিক্রমণ করিতে ইহার লাগে প্রায় ১৬৫ বৎসর। ইহার একটি মাত্র উপগ্রহ।

(ix) **প্লুটো**—ইহা সর্বাপেক্ষা শীতল এবং সর্বাপেক্ষা দূরের গ্রহ। ইহা সূর্য হইতে প্রায় ৩৯৬ কোটি মাইল দূরে অবস্থিত। সূর্যকে একবার পরিক্রমণ করিতে ইহার লাগে প্রায় ২৪৮ বৎসর। ইহার সম্বন্ধে বিশেষ কিছুই জানিতে পারা যায় নাই।

Q. 8. Give a general description of the moon.

Ans. **চন্দ্র**—ইহা পৃথিবীর একটি উপগ্রহ। ইহা পৃথিবী হইতে প্রায় ২ লক্ষ ৪০ হাজার মাইল দূরে অবস্থিত। ইহার আয়তন পৃথিবীর আয়তন অপেক্ষা অনেক কম। ইহার ব্যাস মাত্র ২০০০ মাইল। ইহার আবর্তন কাল ও পৃথিবীর চারিদিকে পরিক্রমণ কাল সমান। ২৭⅓ দিনে চন্দ্র পৃথিবীকে একবার

পরিক্রমণ করে। আবার পৃথিবীর সংগে সংগে ইহা সূর্যকেও পরিক্রমণ করিয়া থাকে। ইহার একটা পিঠই চিরকাল সূর্যের দিকে থাকে। এই পিঠের উত্তাপ প্রায় ফুটন্ত জলের সমান এবং যে-পিঠে সূর্যালোক পড়ে না তাহার তাপ-মাত্রা— (-২৪০°)ডিগ্রী সেন্টিগ্রেড (-240°c)এরও নিচে থাকে। চন্দ্রের দিকে চাহিলে উহার গায়ে যে কালো কালো দাগ দেখা যায়,—তাহা আগ্নেয়-গিরি এবং জল-শূন্য সমুদ্রের চিহ্ন। চন্দ্রলোকের তিনটি বিখ্যাত আগ্নেয়-গিরি—**টাইকো**, (Tycho), **কোপারনিকস** (Copernicus) এবং **কেপ্লার** (Kepler)। চন্দ্রের ওজন পৃথিবীর ওজন অপেক্ষা অনেক কম। উহার আকর্ষণে পৃথিবীতে জোয়ার-ভাটা দেখিতে পাওয়া যায়। পৃথিবী ও চন্দ্রের পথের বাহিরে সূর্য থাকে বলিয়া উহার কলার হ্রাস-বৃদ্ধি ঘটে। অন্যান্য গ্রহ উপগ্রহের ন্যায় চন্দ্রেরও নিজের আলোক নাই। উহা সূর্যের আলোকে আলোকিত হয়। চন্দ্রলোকে বাতাস নাই, তাই উহাতে কোন শব্দও শুনা যায় না। ইহার উপর প্রচুর উল্কা-বৃষ্টি হয়। জল ও বাতাস না থাকায় চন্দ্রলোক প্রাণীর বাস-যোগ্য নহে।

Q. 9. Write short notes on :—

(a) নক্ষত্র (b) তিথি (c) অমাবস্যা (d) পূর্ণিমা (e) চান্দ্র-মাস (f) চান্দ্রবৎসর (g) নক্ষত্র-দিন (h) সৌর-দিন (i) সংক্রান্তি (j) সৌর-মাস (k) সৌর-বৎসর (l) অধি-বৎসর and **(m) মলমাস**।

Ans. (a) নক্ষত্র—চন্দ্রের ভ্রমণ পথ রাশি-চক্রের (Zodiac belt) অন্তর্গত এবং উহার পৃথিবী-পরিক্রমণ কাল প্রায় ২৭ দিন। এই ২৭ দিনের প্রত্যেক দিন চন্দ্র এক একটি নক্ষত্রের নিকট অবস্থান করে। এইজন্য রাশি-চক্রকে সমান ২৭ ভাগে ভাগ করিয়া প্রত্যেক ভাগকে তদন্তর্গত নক্ষত্রের নাম অনুসারে এক একটি নক্ষত্র বলা হয়। এইরূপে সমস্ত রাশিচক্র ২৭ টি নক্ষত্রে বিভক্ত। নক্ষত্রগুলির নাম—১। **অশ্বিনী** ২। **ভরণী** ৩। **কৃত্তিকা** ৪। **রোহিণী** ৫। **মৃগশিরা** ৬। **আর্দ্রা** ৬। **পুনর্বসু** ৮। **পুষ্যা** ৯। **অশ্লেষা** ১০। **মঘা** ১১। **পূর্বফল্গুনী**

১২। উত্তরফল্গুনী ১৩। হস্তা ১৪। চিত্রা ১৫। স্বাতি ১৬। বিশাখা ১৭। অনুরাধা ১৮। জ্যেষ্ঠা ১৯। মূলা ২০। পূর্বাষাঢ়া ২১। উত্তরাষাঢ়া ২২। শ্রবণা ২৩। ধনিষ্ঠা ২৪। শতভিষা ২৫। পূর্বভাদ্রপদ ২৬। উত্তরভাদ্রপদ ২৭। রেবতী।

(b) **তিথি**—সূর্য ও চন্দ্রের মধ্যে প্রত্যেক ১২° ডিগ্রী ব্যবধানকে এক এক **তিথি** বলা হয়। এইরূপে সূর্য ও চন্দ্রের মধ্যে ৩৬০° ব্যবধান পর্যন্ত ত্রিশটি তিথি পাওয়া যায়। ইহাদের প্রথম পনরটি লইয়া **শুক্ল-পক্ষ** এবং অবশিষ্ট পনরটি লইয়া **কৃষ্ণ-পক্ষ**।

(c) **অমাবস্যা**—রাশি-চক্রের মধ্যে সূর্য যে-নক্ষত্রে থাকেন, চন্দ্রও সেই নক্ষত্রে আসিয়া পৌছিলে **অমাবস্যা** হয়। এই দিন চন্দ্রের অন্ধকার পিঠটি পৃথিবীর দিকে থাকে এবং উহাকে দেখা যায় না। অমাবস্যায় সূর্য ও চন্দ্রের মধ্যে ব্যবধান ০° ডিগ্রী।

(d) **পূর্ণিমা**—সূর্য যে-রাশিতে আছে তাহার ঠিক বিপরীত (৭ম) রাশিতে এবং সূর্য হইতে ১৮০ ডিগ্রী ব্যবধানে চন্দ্র থাকিলে **পূর্ণিমা** হয়। ইহাতে চন্দ্রের আলোকিত অর্ধাংশ দেখিতে পাওয়া যায়।

(e) **চান্দ্র-মাস**—ইহা দুই প্রকার—১। পূর্ণিমা হইতে পূর্ণিমা পর্যন্ত **পূর্ণিমান্ত চান্দ্র-মাস**; এবং অমাবস্যা হইতে অমাবস্যা পর্যন্ত **অমান্ত চান্দ্র-মাস** ইহার পরিমাণ ২৯$\frac{1}{2}$ দিন। সমস্ত রাশি-চক্র ঘুরিয়া আসিতে চন্দ্রের ২৭$\frac{1}{3}$ দিন লাগিলেও সূর্যের আপাত-গতির জন্য ইহা ২৭$\frac{1}{3}$ দিন অপেক্ষা প্রায় ২$\frac{1}{6}$ দিন বেশী।

(f) **চান্দ্র-বৎসর**—বারটি চান্দ্র-মাসে যে বৎসর হয় তাহাই **চান্দ্র-বৎসর**। ইহার দিন সংখ্যা ২৯$\frac{1}{2}$ × ১২ অর্থাৎ ৩৫৪। ইহা সৌর-বৎসর অপেক্ষা ১১।১২ দিন কম।

(g) **নাক্ষত্র-দিন**—আপন মেরু-দণ্ডের চারিদিকে একবার ঘুরিয়া আসিতে

পৃথিবীর যে সময় লাগে তাহাই **নাক্ষত্র-দিন**। ইহার পরিমাণ ২৩ ঘণ্ট ৫৬ মিনিট।

(h) **সৌর-দিন**—একদিন ঠিক মাথার উপর আসিবার সময় হইতে পরদিন সূর্যের ঠিক ঐখানে আসিবার সময় পর্যন্ত একটি **সৌর-দিন**। ইহার পরিমাণ ২৪ ঘণ্টা। সূর্যের আপাত-গতির জন্য ইহা নাক্ষত্র-দিন (Sidercal day) অপেক্ষা ৪ মিনিট বেশী।

(i) **সংক্রান্তি**—সূর্যের এক রাশি ছাড়িয়া অন্য রাশিতে প্রবেশ করার সময়-কেই **সংক্রান্তি** বলা হয়।

(j) **সৌর-মাস**—এক সংক্রান্তি হইতে ঠিক পরবর্তী সংক্রান্তি পর্যন্ত মাসকেই হিন্দুরা **সৌর-মাস** বলিয়া থাকেন।

(k) **সৌর-বৎসর**—বারটি সৌর-মাসে বা ৩৬৫ দিন ৫ ঘণ্টা ৪৮ মিনিট ৪৫ সেকেণ্ডে এক **সৌর-বৎসর** হয়। চান্দ্র-বৎসর অপেক্ষা ইহা প্রায় ১১।১২ দিন বেশী।

(l) **অধি-বৎসর**—সৌর-বৎসরের পরিমাণ ৩৬৫ দিন ৫ ঘণ্টা ৪৮ মিনিট ৪৫ সেকেণ্ড। কিন্তু সুবিধার জন্য উহাকে পর পর তিন বৎসর ৩৬৫ দিন হিসাবে ধরিয়া প্রতি ৪র্থ বৎসরে ১ দিন বাড়াইয়া ৩৬৬ দিন হিসাবে বৎসর গণনা করা হয়। এইরূপে ৩৬৬ দিন পরিমিত বৎসরকেই **অধি-বৎসর** বলা হয়।

দ্রষ্টব্য—প্রতি চতুর্থ বৎসর ১ দিন বাড়াইয়া দিবার ফলে ৪০০ বৎসরে তিন-দিন বেশী হইয়া যায়। এই জন্য শতাব্দী-বৎসর গুলির সকলেই অধি-বৎসর হয় না। ৪০০ দিয়া বিভাজ্য শতাব্দী-বৎসরগুলিকেই অধি-বর্ষ হিসাবে ধরা হয়।

(m) **মল-মাস**—সৌর-বৎসর ও চান্দ্র-বৎসরের মধ্যে ১১।১২ দিনের পার্থক্য। হিন্দুর পূজা-পার্বণ এবং মুসলমানদের মহরমাদি পর্ব চান্দ্র-মাস ও চান্দ্র-বৎসর অনু-সারেই হইয়া থাকে। এইজন্য উহাদের তারিখ বৎসর বৎসর ১১।১২ দিন করিয়া আগাইয়া চলে। মুসলমানদের পর্বের তারিখ এইরূপে আগাইতে আগাইতে

উহা হইতে চন্দ্র প্রায় ১২° ডিগ্রী আগাইয়া থাকে। সুতরাং উভয়ের আহ্নিক-গতিতে পৃথিবী আরও প্রায় ১২° ডিগ্রী আগাইয়া গেলে তবে পূর্ব-ক্ষিতিজে চন্দ্রকে পাওয়া যায়। এই ১২° ডিগ্রী আবর্তন করিতে পৃথিবীর প্রায় ৪৮ মিনিট সময় লাগে। তাই অমাবস্যার পরদিন সূর্যোদয়ের প্রায় ৪৮ মিনিট পরে চন্দ্র পূর্ব-ক্ষিতিজে অদৃশ্য ভাবে উদিত হয় এবং সূর্যাস্তের ৪৮ মিনিট পরে পশ্চিম-ক্ষিতিজের নিচে অস্তমিত হয়। এই দিন সূর্যাস্তের পর মাত্র ৪৮ মিনিট কাল আমরা চন্দ্রকে দেখিতে পাই। এইরূপে শুক্ল-পক্ষে চন্দ্রকে আমরা প্রতিদিন পূর্ব পূর্ব দিন অপেক্ষা প্রায় ৪৮ মিনিট বেশী সময়ের জন্য দেখিতে পাই।

Q. 12. What are the reasons that lead to the change of seasons on earth ?

Ans. ঋতু-পরিবর্তনের কারণ—

১। পৃথিবী-বক্ষে সূর্য-রশ্মি সর্বত্র সমান ভাবে পতিত হয় না। ইহা কোথাও লম্ব-ভাবে এবং কোথাও বা তির্যক্‌ভাবে পতিত হয়।

(i) অধিক বায়ু-স্তর ভেদ করিয়া আসিতে হয় বলিয়া তির্যক্-রশ্মি, লম্বভাবে-পতিত সূর্য-রশ্মি অপেক্ষা কম উত্তপ্ত। এইজন্য যে-সকল স্থানে সূর্য-রশ্মি লম্ব-ভাবে পতিত হয় সেই সকল স্থান, যে-সকল স্থানে সূর্য-রশ্মি তির্যক্ ভাবে পতিত হয় সেই সকল স্থান অপেক্ষা অধিকতর উত্তপ্ত হয়।

(ii) সূর্য-রশ্মি লম্ব-ভাবে পড়িলে যতগুলি রশ্মি এক জায়গায় পড়ে, তির্যক্-ভাবে পড়িলে ততগুলি উহার উপর পড়ে না। তাই যে-সকল স্থানে সূর্য-রশ্মি তির্যক্-ভাবে পড়ে তাহাদের তাপ-মাত্রাও অপেক্ষাকৃত কম হয়।

২। বার্ষিক-গতি দ্বারা সূর্যকে পরিক্রমণ করিবার সময় পৃথিবীর অক্ষ সকল সময়ই উহার কক্ষ-তলের সহিত ৬৬½ ডিগ্রী কোণ করিয়া হেলিয়া থাকে এবং উহার উত্তর-মেরু সকল সময়েই ধ্রুবনক্ষত্রাভিমুখী থাকে। ফলে—

(i) পৃথিবী-পৃষ্ঠে দিন-রাত্রি সময়-বিশেষে কোথাও ছোট এবং কোথাও বড় হয়।

(ii) দিন বড় ও রাত্রি ছোট হইলে, দিনে গৃহীত উত্তাপের সবটা রাত্রিতে বিকীর্ণ হইবার সময় পায় না; তাই প্রতিদিনই কিছু কিছু তাপ সঞ্চিত হইতে থাকে এবং ক্রমশই স্থানটি উষ্ণ হইতে উষ্ণতর হইয়া উঠে। আবার দিন ছোট এবং রাত্রি বড় হইলে দিনে গৃহীত তাপ রাত্রিতে সম্পূর্ণরূপে বিকীর্ণ হয় এবং ফলে পৃথিবী-পৃষ্ঠ শীতল হইয়া যায়।

উল্লিখিত কয়েকটি কারণে পৃথিবী-পৃষ্ঠের উপর ভিন্ন ভিন্ন সময়ে তাপ ও শৈত্যের তারতম্য ঘটে এবং ফলে ঋতু-পরিবর্তন সংঘটিত হয়। সূর্য-পরিক্রমণকালে কক্ষ-পথের চারিটি বিশিষ্ট স্থানে অবস্থানকালে পৃথিবীর অবস্থা পর্যালোচনা করিলেই ঋতু-পরিবর্তন ব্যাপারটি ভালভাবেই বুঝিতে পারা যাইবে—

১। ২১শে জুনের অবস্থান,—এই সময় সূর্য কর্কট-ক্রান্তিতে অবস্থান করে। উত্তর গোলার্ধ—সূর্যের নিকটে আসিয়া পড়ে। উত্তরের স্থানগুলি অধিক-ক্ষণ সূর্যালোক পায় এবং সূর্য-রশ্মি উহার উপর অনেকটা সোজাসুজিভাবে পড়ে বলিয়া তাপও অপেক্ষাকৃত বেশী পায়। এই সময় এই সকল স্থানে দিন বড়, রাত্রি ছোট। বিষুব-প্রদেশ হইতে যতই উত্তরে যাওয়া যায়, দিন তত বাড়ে এবং রাত্রি তত ছোট হয়। উত্তর হিম-মণ্ডলের অনেক স্থানে নিশীথ-সূর্য (Midnight sun) দেখিতে পাওয়া যায়। সুমেরু ও তৎসন্নিহিত স্থানে ছয়মাস-ব্যাপী দিন। উত্তর গোলার্ধে এই সময় গ্রীষ্মকাল।

দক্ষিণ গোলার্ধ এই সময় সূর্য হইতে দূরে সরিয়া যায়। দক্ষিণের স্থানগুলি অধিক-ক্ষণ সূর্যালোক পায় না এবং সূর্য-রশ্মি উহার উপর তির্যক্‌ভাবে পড়ে বলিয়া তাপও অপেক্ষাকৃত কম পায়। এই সময় এই সকল স্থানে দিন ছোট এবং রাত্রি বড় হয়। বিষুব-প্রদেশ হইতে যতই দক্ষিণে যাওয়া যায়, দিন ততই ছোট এবং রাত্রি ততই বড় হয়। কুমেরু ও তৎসন্নিহিত স্থানে ছয়মাস-ব্যাপী রাত্রি। দক্ষিণ গোলার্ধে এই সময় শীত কাল।

২। ২২শে ডিসেম্বরের অবস্থান—এই সময় সূর্য মকর-ক্রান্তিতে অবস্থান করে। উত্তর গোলার্ধ—সূর্য হইতে দূরে সরিয়া যায়। উত্তরের স্থানগুলি

অধিক-ক্ষণ সূর্যালোক পায় না এবং সূর্য-রশ্মি উহার উপর তির্যক্‌ভাবে পড়ে বলিয়া তাপও অপেক্ষাকৃত কম পায়। এই সময় এই সকল স্থানে দিন ছোট এবং রাত্রি বড়। বিষুব প্রদেশ হইতে যতই উত্তরে যাওয়া যায় দিন তত ছোট এবং রাত্রি ততই বড় হয়। সুমেরু ও তৎসন্নিহিত স্থানে ছয়মাস-ব্যাপী রাত্রি। উত্তর গোলার্ধে এই সময় শীতকাল।

দক্ষিণ গোলার্ধ এই সময় সূর্যের নিকটে আসিয়া পড়ে। দক্ষিণের স্থানগুলি অধিক-ক্ষণ সূর্যালোক পায় এবং সূর্য-রশ্মি উহাদের উপর অনেকটা সোজাসুজি ভাবে পড়ে বলিয়া তাপও অপেক্ষাকৃত বেশী পায়। এই সময় এই সকল স্থানে দিন বড় এবং রাত্রি ছোট হয়। বিষুব-প্রদেশ হইতে যতই দক্ষিণে যাওয়া যায়, দিন ততই বড় এবং রাত্রি ততই ছোট হয়। কুমেরু ও তৎসন্নিহিত স্থানে এই সময় ছয়মাস-ব্যাপী দিন। দক্ষিণ গোলার্ধে এই সময় গ্রীষ্মকাল।

৩। ২১শে মার্চের অবস্থান
৪। ২৩শে সেপ্টেম্বরের " } এই দুই দিন সূর্য বিষুব-রেখার উপর অবস্থান করে। সুমেরু বা কুমেরু কোনটিই সূর্যের দিকে হেলিয়া থাকে না। উত্তর গোলার্ধের এবং দক্ষিণ গোলার্ধের সকল স্থানই সমান আলোক পায়। এই সময় দিন রাত্রি সমান এবং পৃথিবীর সর্বত্র এইরূপ। পৃথিবীর সর্বত্রই শীত ও গ্রীষ্মের মাঝামাঝি অবস্থা—শরৎ বা বসন্ত। উত্তর গোলার্ধে ২৩শে সেপ্টেম্বর শরৎ এবং ২১শে মার্চ বসন্ত। দক্ষিণ গোলার্ধে ইহার বিপরীত অর্থাৎ ২১শে মার্চ শরৎ এবং ২৩শে সেপ্টেম্বর বসন্ত।

এইরূপে দেখিতে পাওয়া যায়—(১) বিষুব প্রদেশে শীত ও গ্রীষ্মে উষ্ণতার বৈষম্য নাই। গ্রীষ্মমণ্ডলে এই বৈষম্য কম, কিন্তু যতই উত্তরে বা দক্ষিণে যাওয়া যায় এই উষ্ণতার বৈষম্য ততই বৃদ্ধি পায়। (২) পৃথিবীর মেরুদণ্ড হেলিয়া না থাকিলে দিন রাত্রি সমান হইত, ঋতু-পরিবর্তন হইত না এবং বিষুব-প্রদেশে ও মেরু-মণ্ডলের মধ্যে জলবায়ুর পরিবর্তন এবং বৈষম্যও এত বেশী হইত না।

Q. 13. Explain how lunar eclipse takes place.

Ans. চন্দ্র-গ্রহণ—(১) সূর্য পৃথিবী অপেক্ষা অনেক বড়, (২) আলোক (Lunar-eclipse) সরলরেখা-ক্রমে চলে এবং (৩) পৃথিবী অস্বচ্ছ পদার্থ— এই কয়েকটি কারণে, পৃথিবীর যে দিকে সূর্য তাহার বিপরীত দিকে পৃথিবীর **প্রচ্ছায়া** (Umbra) ও **উপচ্ছায়ার** (Penumbra) সৃষ্টি হয়। পৃথিবীকে পরিক্রমণ করিতে করিতে চন্দ্র যখন এই প্রচ্ছায়ার ভিতর আসিয়া পড়ে—তখন চন্দ্রকে দেখিতে পাওয়া যায় না এবং চন্দ্র-গ্রহণ হইয়াছে বলা হয়। পূর্ণিমায় পৃথিবী, চন্দ্র ও সূর্যের মধ্যবর্তী স্থানে অবস্থান করে বলিয়া পূর্ণিমাতেই চন্দ্র-গ্রহণ হইয়া থাকে।

চন্দ্র ও পৃথিবীর কক্ষতল পরস্পরের সহিত ৫° ডিগ্রী কোণ করিয়া অবস্থিত। এইজন্য প্রতি পূর্ণিমাতেই চন্দ্র-গ্রহণ হয় না। যে পূর্ণিমায় সূর্য, পৃথিবী ও চন্দ্র এক সরল রেখায় থাকে অর্থাৎ একই সমতলে অবস্থিত হয়—সেই পূর্ণিমাতেই চন্দ্র-গ্রহণ হয়।

চন্দ্র-গ্রহণ দুই প্রকার,—(১) **পূর্ণ-গ্রহণ** (Total eclipse)—ইহাতে চন্দ্র সম্পূর্ণরূপে পৃথিবীর প্রচ্ছায়া-শঙ্কুর মধ্যে প্রবেশ করে এবং উহাকে একবারেই দেখা যায় না।

(২) **আংশিক গ্রহণ** (Partial eclipse)—ইহাতে চন্দ্রের কিয়দংশ-মাত্র প্রচ্ছায়ার মধ্যে প্রবেশ করিয়া অদৃশ্য হয়।

দ্রষ্টব্য—চন্দ্র ও পৃথিবীর কক্ষপথ যে দুইটি বিন্দুতে পরস্পর ছেদ করে, তাহাদের একটিকে **রাহু** (Dragon's head) এবং অপরটিকে **কেতু** (Dragon's tail) বলা হয়। চন্দ্র ও সূর্যের কেন্দ্রকে এক সরল রেখা দ্বারা যোগ করিলে, উহা যদি রাহু বা কেতুর উপর দিয়া যায়, তবে পূর্ণ চন্দ্র-গ্রহণ হয় এবং যদি নিকট দিয়া যায়, তবে আংশিক চন্দ্র-গ্রহণ হয়।

Q. 14. Explain how solar eclipse takes place.

Ans. **সূর্য-গ্রহণ** (Solar eclipse)—(১) সূর্য, চন্দ্র অপেক্ষা অনেক বড় (২) আলোক সরল-রেখা-ক্রমে চলে এবং (৩) চন্দ্র অস্বচ্ছ পদার্থ—এই কয়েকটি কারণে চন্দ্রের যে দিকে সূর্য থাকে, তাহার বিপরীত দিকে চন্দ্রের **প্রচ্ছায়া** (Umbra) ও **উপচ্ছায়ার** (Penumbra) সৃষ্টি হয়। চন্দ্রের এই ছায়া পৃথিবীর যে স্থানে পড়ে, সেই স্থান হইতে সূর্যকে দেখিতে পাওয়া যায় না এবং সূর্য গ্রহণ হইয়াছে বলা হয়। অমাবস্যায় চন্দ্র পৃথিবী ও সূর্যের মধ্যবর্তী স্থানে অবস্থান করে বলিয়া অমাবস্যাতেই সূর্য-গ্রহণ হইয়া থাকে।

চন্দ্র ও পৃথিবীর কক্ষতল পরস্পরের সহিত ৫° ডিগ্রী কোণ করিয়া অবস্থিত এই জন্য প্রতি অমাবস্যাতেই সূর্য-গ্রহণ হয় না। যে অমাবস্যায় সূর্য, চন্দ্র ও পৃথিবী এক সরল রেখায় থাকে অর্থাৎ একই সমতলে অবস্থিত হয়—সেই অমাবস্যাতেই সূর্য-গ্রহণ হইয়া থাকে।

সূর্য-গ্রহণ তিন প্রকার—(১) **পূর্ণ-গ্রহণ** (Total eclipse)—ইহাতে সূর্যকে একেবারেই দেখিতে পাওয়া যায় না। পৃথিবীর যে-স্থানে চন্দ্রের প্রচ্ছায়া পতিত হয় সেই স্থানেই পূর্ণ সূর্য-গ্রহণ দেখা যায়। (২) **আংশিক-গ্রহণ** (Partial eclipse)—ইহাতে সূর্যের কিয়দংশ মাত্র দেখিতে পাওয়া যায় না। পৃথিবীর যে-স্থানে চন্দ্রের উপচ্ছায়া পতিত হয়, সেই স্থানেই আংশিক সূর্য-গ্রহণ দেখা যায়। (৩) **বলয়-গ্রহণ** (Annular eclipse)—ইহা একটি বিশিষ্ট ধরণের আংশিক সূর্য-গ্রহণ। সময় সময় পৃথিবী ও চন্দ্রের মধ্যবর্তী দূরত্ব বাড়িয়া যায়। এই সময় পূর্ণ সূর্য-গ্রহণের অনুকূল সকল অবস্থার মধ্যেও চন্দ্রের প্রচ্ছায়া পৃথিবী পর্যন্ত পৌঁছিতে পারে না বলিয়া পূর্ণ সূর্য গ্রহণ হয় না। এই সময় সূর্যবিম্ব-মধ্যবর্তী গোলাকার কিয়দংশ দেখিতে পাওয়া যায় না এবং বলয় গ্রহণ হইয়াছে বলা হয়।

দ্রষ্টব্য – চন্দ্রের প্রচ্ছায়ার বিস্তৃতি কম বলিয়া পৃথিবী-পৃষ্ঠের কিয়দংশ মাত্র পূর্ণ সূর্য-গ্রহণ দেখিতে পায়।

ভূ-বিদ্যা

Q. 1. Narrate in brief the origin and early history of the earth.

Ans. বিজ্ঞানিগণ অনুমান করেন যে—বহুকোটি বৎসর পূর্বে এক প্রকাণ্ড নক্ষত্র তখনকার যুগের সূর্যের নিকট দিয়া চলিয়া যায়। তাহারই প্রবল আকর্ষণে সূর্যের দেহ হইতে খানিকটা জ্বলন্ত-গ্যাস বিচ্ছিন্ন হইয়া ছিট্‌কাইয়া পড়ে। বড় নক্ষত্রটি তাড়াতাড়ি চলিয়া যাওয়ায় ঐ বিচ্ছিন্ন অংশ, নক্ষত্রটির দিকে বেশী দূর যাইতে পারে নাই। উহা সূর্যের আকর্ষণে ফিরিয়া আসে এবং কতকগুলি ছোট বড় টুক্‌রায় বিভক্ত হইয়া সূর্যেরই চারিদিকে ভ্রমণ করিতে থাকে। এই টুক্‌রাগুলিই এক একটি গ্রহ এবং পৃথিবী উহাদের অন্যতম। জিন্‌স প্রভৃতি বিজ্ঞানিগণের মতে ইহাই পৃথিবীর জন্মকথা।

প্রথম অবস্থায় পৃথিবী সূর্যের ন্যায় একটি জ্বলন্ত গ্যাস-পিণ্ড ছিল। ক্রমশঃ শীতল হইয়া ঘনীভূত হইতে হইতে উহার কিয়দংশ তরল অবস্থায় পরিণত হয়। পরে আরও শীতল হওয়ার সংগে সংগে এই তরল-পিণ্ডের উপরিভাগে একটি কঠিন আবরণের সৃষ্টি হয়। এই আবরণই ভূত্বক্। এই ভূত্বক্ প্রথমে বেশ নরম ছিল। নরম অবস্থায় আবর্তিত এবং ক্রমশঃ শীতল হইয়া সংকুচিত হওয়ার ফলে উহার কোন অংশ নিচু হইয়া যায় এবং কোন অংশ উঁচু হইয়া উঠে। শীতল হইতে হইতে নরম ভূত্বক্ ক্রমশঃ কঠিন হইয়া উঠিল। জ্বলন্ত-গ্যাস অবস্থায় পৃথিবীর যে-অংশ তরল হয় নাই তাহা পৃথিবীর চারিদিকে বায়ু-মণ্ডল সৃষ্টি করিল এবং এই বায়ু-মণ্ডলস্থিত জলীয়-বাষ্প ক্রমশঃ শীতল হইয়া জলের আকার ধারণ করিল। বায়ু-মণ্ডল হইতে ঘোর বারি-বর্ষণের ফলে ভূত্বকের গহ্বরসমূহ জলে পূর্ণ হইয়া গেল। দেশ, মহাদেশ, সাগর, মহাসাগর প্রভৃতি দ্বারা পরিপূর্ণা জননী বসুন্ধরার ইহাই আদ্য-কথা।

Q. 2. Describe the probable condition of the interior of the earth and give the composition of the earth's crust.

Ans. তাপ বিকিরণ করিয়া পৃথিবী শীতল হইতে থাকিলে, উহার জলন্ত-বাষ্পের কিয়দংশ তরল হইয়া যায় এবং ঐ তরল-পিণ্ডের উপরিভাগ ক্রমশঃ জমিয়া কঠিন হয়। যুগ যুগ ধরিয়া শীতল হইতে থাকিলেও পৃথিবী আজও সম্পূর্ণরূপে শীতল হইয়া জমাট বাঁধিতে পারে নাই। পৃথিবীর অভ্যন্তরস্থ অত্যুষ্ণ তরল-পদার্থসমূহ আগ্নেয়-গিরির অগ্ন্যুৎপাতের সময় ভীষণভাবে আত্মপ্রকাশ করে। পৃথিবীর কেন্দ্রে তাপ ও চাপ উভয়ই প্রচণ্ড। ঐ-স্থানে যে-পদার্থসমূহ বর্তমান, তাহারা জল অপেক্ষা ১০।১২ গুণ ভারী। বিজ্ঞানিগণ অনুমান করেন যে, পৃথিবীর কেন্দ্র হইতে বায়ু-মণ্ডল পর্যন্ত ক্রমশঃ লঘু-পদার্থসমূহ স্তরে স্তরে সজ্জিত রহিয়াছে। পৃথিবীর কেন্দ্র হইতে প্রায় ২২০০ মাইল পর্যন্ত বিস্তৃত স্থানকে **কেন্দ্র-মণ্ডল** (Centro-sphere) বলা হয়। উহা উত্তপ্ত ও গলিত লৌহ এবং নিকেল দ্বারা পরিপূর্ণ। ইহার উপরে প্রায় ১০৫০ মাইল ব্যাপী স্থানকে **গুরুমণ্ডল** (Bary-sphere) বলা হয়। ইহা অক্সাইড্ এবং সালফাইড্ দ্বারা পরিপূর্ণ। গুরু-মণ্ডলের উপর প্রায় ৭৫০ মাইল ব্যাপী **প্রস্তর-মণ্ডল** (Litho-sphere)। ইহারই মধ্যে ভূ-পৃষ্ঠ হইতে প্রায় ৪০ মাইল নিচু পর্যন্ত **ভূত্বক্** (Earth's crust)। ভূত্বকের নিচে প্রস্তর-মণ্ডলের যে-অংশ থাকে, তাহা **ব্যাসল্ট্** (Basalt) এবং তদপেক্ষা গুরু শিলাসমূহ দ্বারা নির্মিত।

ব্যাসল্ট নামক এক প্রকার গুরু আগ্নেয়-শিলা এবং গ্র্যানাইট (Granite) নামক এক প্রকার লঘু আগ্নেয়-শিলাই ভূত্বকের প্রধান উপাদান। ভূত্বকের তিনটি স্তর—(১) উপরে মাটির স্তর, (২) মধ্যে গ্র্যানাইটের স্তর এবং (৩) নিচে ব্যাসল্টের স্তর। গ্র্যানাইট্ এবং ব্যাসল্ট ছাড়া—পালল-শিলা, রূপান্তরিত-শিলা প্রভৃতি অন্যান্য নানাপ্রকার শিলা ভূত্বকের ভিন্ন ভিন্ন স্থানে পাওয়া যায়।

Q. 3. What are the different types of rocks and how are they formed ?

Ans বিজ্ঞানিগণ স্বভাবোৎপন্ন খনিজ-দ্রব্যের সমষ্টিমাত্রকেই **শিলা** (Rock) নাম দিয়া থাকেন। কাঁকর, বালি, পাথর প্রভৃতি সকলই শিলা। শিলা প্রধানতঃ তিন প্রকার,——(১) **আগ্নেয়-শিলা** (Igneous rock) (২) **পালল-শিলা** (Sedimentary rock) (৩) **রূপান্তরিত-শিলা** (Metamorphic rock)। নিম্নে এই তিন প্রকার শিলার সংক্ষিপ্ত বিবরণ দেওয়া হইল—

(১) **আগ্নেয়-শিলা**—পৃথিবীর আগ্নেয় তরল পদার্থসমূহ শীতল হইয়া জমাট বাঁধিবার ফলে যে-শিলা উৎপন্ন হয়—তাহাই আগ্নেয়-শিলা। ভিন্ন ভিন্ন রকমের আগ্নেয়-শিলা দেখিতে পাওয়া যায়। গ্র্যানাইট ও ব্যাসল্ট উহাদের মধ্যে প্রধান। গ্র্যানাইট্ ও ব্যাসল্ট—উভয়েই অতিশয় কঠিন; তবে ব্যাসল্ট অপেক্ষা গ্র্যানাইট অপেক্ষাকৃত লঘু এবং উহার ভিতর **ফেল্‌স্‌পার** (Felsper), **কোয়ার্জ** (Quartz), এবং **অভ্র** (Mica) ওতপ্রোতভাবে বর্তমান থাকে। আগ্নেয়-গিরির অগ্ন্যুৎপাতের ফলে নির্গত **লাভা** (Lava) জমিলে **ব্যাসল্ট** (Basalt) নামক আগ্নেয়-শিলার সৃষ্টি হয়।

(২) **পালল-শিলা**—জলস্রোত, বায়ুপ্রবাহ এবং তাপের তারতম্য প্রভৃতি কারণে, আগ্নেয়-শিলা চূর্ণবিচূর্ণ হইয়া যায় এবং জলস্রোতে বাহিত হইয়া স্থান-বিশেষে স্তরে স্তরে জমিতে থাকে। কালক্রমে ইহারা জমিয়া পালল বা স্তরীভূত শিলায় পরিণত হয়। আমাদের নিত্য-ব্যবহার্য শিল, নোড়া এবং বেলে পাথর প্রভৃতি এইরূপ শিলার উদাহরণ। **বালুকা-শিলা**, **শেল** (Shale), **কনগ্লমারেট** (Conglomerate) প্রভৃতি পালল-শিলা যথাক্রমে বালি, কাদা ও নুড়ি জমিয়া উৎপন্ন হয়।

(৩) **রূপান্তরিত-শিলা**—ভূমিকম্প ও আগ্নেয়-গিরির অগ্ন্যুৎপাতের সময় তাপ, চাপ ও নানাবিধ রাসায়নিক কারণে, আগ্নেয়-শিলা ও পালল-শিলা পরিবর্তিত হইয়া সম্পূর্ণ নূতনরূপ ধারণ করে। চূণা-শিলা (Lime stone) **মার্বেলে,** শেল (Shale) **স্লেটে** (Slate) এবং গ্র্যানাইট রূপান্তরিত হইয়া **নাইসে,** (Gneiss) পরিণত হয়।

Q 4. Describe the formation and distribution of volcanoes upon the surface of the earth.

Ans. আকর্ষণ বা চাপ বেশী হওয়ার জন্য ভূত্বকের কোন অংশ দুর্বল হইয়া পড়িলে ছিদ্র ও ফাটল উৎপন্ন হয়। এই সময় উপরের চাপ কমিয়া যাওয়ায় পৃথিবীর অভ্যন্তরস্থ উত্তপ্ত পদার্থসমূহ গলিয়া যায় এবং উষ্ণ বাষ্পের সাহায্যে ভস্ম, ধূলি, গলিত ধাতু প্রভৃতি ঐ ফাটল দিয়া সবেগে উৎক্ষিপ্ত হইতে থাকে। ইহাকে **অগ্ন্যুৎপাত** বলা হয়। যে মুখ বা ফাটল দিয়া অগ্ন্যুৎপাত হয়, তাহাকে **জ্বালামুখ** বা Crater বলে। এই উৎক্ষিপ্ত পদার্থগুলি যুগ যুগ ধরিয়া সঞ্চিত হইতে হইতে কালক্রমে শংকুর ন্যায় আকৃতিবিশিষ্ট পর্বতে পরিণত হয়। এই জাতীয় পর্বতকে **আগ্নেয়-গিরি** (Volcano) বলে।

কতকগুলি আগ্নেয়-গিরি হইতে এখনও মধ্যে মধ্যে অগ্ন্যুৎপাত হয়;—এইগুলি **সক্রিয়** বা **জীবন্ত** (Active)। কতকগুলি কিছুদিন নিষ্ক্রিয় থাকিয়া পরে আবার সক্রিয় হয়;—ইহারা **নিষ্ক্রিয়** বা **ঘুমন্ত** (Dormant)। আবার কতকগুলিতে বহুকাল যাবৎ অগ্ন্যুৎপাত হয় নাই;—ইহারা **নির্বাপিত** (Extinct)।

প্রশান্ত মহাসাগরের চতুর্দিকে, নিউজিল্যাণ্ড, পূর্বভারতীয় দ্বীপপুঞ্জ, জাপান, ইলিউসিয়ান দ্বীপপুঞ্জ এবং উত্তর আমেরিকা, মধ্য আমেরিকা ও দক্ষিণ আমেরিকার পশ্চিম ভাগে একটি আগ্নেয়-গিরি-মণ্ডল আছে। উহাকে **প্রশান্ত মহাসাগরের আগ্নেয়-মেখলা** (Fiery Ring of the Pacific) বলে।

দক্ষিণ ইউরোপের ভংগিল পর্বতমালার নিকট দিয়া এ্যাজোর্স ও ক্যানারি দ্বীপপুঞ্জ পর্যন্ত অপর একটি আগ্নেয়-গিরি-মণ্ডল বিদ্যমান আছে।

এশিয়ায়—এক জাপানেই অনেকগুলি আগ্নেয়গিরি আছে। এশিয়ার পূর্বভাগে আগ্নেয়গিরি-সংকুল দ্বীপমালা।

ইউরোপে—ইটালীতে **বিসুবিয়স**, সিসিলিতে **এট্‌না**, লিপারিতে **ষ্ট্রম্বলি** এবং আইস্‌ল্যাণ্ডে **হেক্‌লা**।

উত্তর আমেরিকায়—মেক্‌সিকোতে **পোপোক্যাটিপেটাল** এবং **ওরিজাবো**।

দক্ষিণ আমেরিকায়—**কোটোপ্যাক্সি** ও **সিম্বোরোজা**।

Q 5. Write what you know about the causes and effects of earth-quake and give a short description of the seismic belt of the earth.

Ans. **ভূমিকম্পের কারণ—**

(১) পৃথিবীর ভংগিল পর্বতগুলির উৎপত্তিকালে, উহাদের নিম্নস্থিত ভূপৃষ্ঠের শিলাস্তরসমূহ ভাঙিয়া চুরিয়া বিপর্যস্ত হইয়া গিয়াছিল। এই বিপর্যস্ত শিলাসমূহ সহজ অবস্থায় আসিবার চেষ্টা করিলে, ধরাপৃষ্ঠের উপরে ও ভিতরে চ্যুতি ঘটে এবং ফলে, পার্শ্ববর্তী স্থান সমূহে ভূমিকম্প জাগিয়া উঠে।

(২) পৃথিবীর অভ্যন্তরস্থ চাপের হ্রাস-বৃদ্ধির জন্য কোন স্তর ভাঙিয়া স্খলিত হইলে, চাপের সামঞ্জস্য রক্ষা করিবার জন্য পার্শ্ববর্তী বস্তুসমূহ তথায় সরিয়া যাইবার চেষ্টা করে এবং ফলে ভূমিকম্প অনুভূত হয়।

(৩) পৃথিবীর অভ্যন্তরস্থ চাপ কমিয়া গেলে পৃথিবীর অভ্যন্তরের কঠিন পদার্থগুলি গলিয়া যায় এবং স্থান হইতে স্থানান্তরে সরিতে থাকে। এই সময় পার্শ্বস্থ স্থানগুলির সংগে সংগে ভূপৃষ্ঠও কাঁপিয়া উঠে।

(৪) পৃথিবীর অভ্যন্তরের সংকোচনের ফলে ভূগর্ভস্থ শিলাস্তর ভাঙিয়া যায় এবং ভূমিকম্প দেখা দেয়।

(৫) অগ্ন্যুৎপাতের সময় আগ্নেয়-গিরির অভ্যন্তরস্থ শিলাস্তরের আন্দোলনে পার্শ্ববর্তী স্থান সকলে ভূমিকম্প হয়।

ভূমিকম্পের ফল—

ভূমিকম্পের ফলে ভূপৃষ্ঠের কোন স্থান উঁচু এবং কোন স্থান নিচু হইয়া যায়। কোন স্থানে সাগরতল উঁচু হইয়া যাওয়ায় সাগর স্থলে পরিণত হয়। আবার কোথাও স্থলভাগ বসিয়া গিয়া সাগর, উপসাগর প্রভৃতির সৃষ্টি করে।

ভূমিকম্প বলয়—

পৃথিবীর **ভূমিকম্প-মণ্ডল** (Seismic belt of the earth) দক্ষিণ আমেরিকার চিলি হইতে আরম্ভ করিয়া প্রশান্ত মহাসাগরের কূলে কূলে যাইয়া জাপান ও মধ্য-এসিয়ার মধ্যভাগ দিয়া অ্যাজোর্স দ্বীপপুঞ্জ পর্যন্ত বিস্তৃত।

Q. 6. What is coal? Where is it to be found in India? Narrate in brief the story of the formation of coal and mention some of its important uses.

Ans. কয়লা বলিলে সাধারণতঃ আমরা কাঠ ও পাথুরিয়া এই দুই রকম কয়লাকেই বুঝিয়া থাকি। কাঠ পোড়াইয়া আমরা যে কয়লা পাই তাহা কাঠ কয়লা এবং ভূগর্ভস্থ খনিসমূহ হইতে যাহা পাওয়া যায় তাহা পাথুরিয়া কয়লা। পাথরের মধ্যে এবং পাথরের আকারে ইহাদিগকে পাওয়া যায় বলিয়া ইহাদিগকে পাথুরিয়া কয়লা বলা হয়। পাথুরিয়া কয়লা উদ্ভিজ্জ পদার্থে গঠিত এক প্রকার পালল-শিলা।

পৃথিবীর ভিন্ন ভিন্ন স্থানে পাথুরিয়া কয়লা পাওয়া যায়। ভারতবর্ষের ছোটনাগপুর, মধ্যভারত, মধ্যপ্রদেশ, হায়দারাবাদ, বিকানির, পাঞ্জাব ও আসাম প্রভৃতি স্থানে এবং বাংলা-বিহারের রাণীগঞ্জ, ঝরিয়া, গিরিডি প্রভৃতি স্থানে প্রচুর পাথুরিয়া কয়লা পাওয়া যায়।

পাথুরিয়া কয়লার মধ্যে সামুদ্রিক শ্রেণীর জীবাশ্ম (Fossil) নাই; উহার মধ্যে গাছ-পালার ভিন্ন ভিন্ন অংশের চিহ্ন পাওয়া যায় এবং উহা কাদা-পাথর, বেলে-পাথর প্রভৃতি পালল-শিলার সহিত স্তরে স্তরে সজ্জিত থাকে। তাই বিজ্ঞানিগণ অনুমান করেন যে, নদীর অববাহিকা, ব-দ্বীপ, হ্রদ ও সমুদ্রের তীর-সন্নিহিত জলাভূমি প্রভৃতির উদ্ভিজ্জাবশেষ হইতেই পাথুরিয়া কয়লা উৎপন্ন হয়। এই সকল স্থানের উদ্ভিজ্জ, কালক্রমে জলের নিচে ও পালল শিলার মধ্যে, স্তরে স্তরে সঞ্চিত হয়, এবং বায়ুর অভাবে ভূগর্ভস্থ তাপ ও চাপের শক্তিতে অংগারে পরিণত হয়। দীর্ঘকাল ধরিয়া এইরূপ হইতে থাকে এবং কয়লার স্তর পুরু হইতে ক্রমশঃ অধিকতর পুরু হয়।

পাথুরিয়া কয়লার উপকারিতা—

(১) ইহা রন্ধনাদি কার্যে তাপ সরবরাহ করে; (২) লৌহনিষ্কাশন কার্যে ইহা নানারকমে সাহায্য করে; (৩) ইহার গ্যাসে রাস্তায় আলো জ্বালান হয়; (৪) বাষ্প তৈয়ার করিয়া, বাষ্পচালিত কল (Steam engine) চালনায় সহায়তা করে; (৫) ন্যাপথিলিন, আল্‌কাতরা প্রভৃতি নানাবিধ দ্রব্য ইহা দ্বারা প্রস্তুত হয়; (৬) পাথুরিয়া কয়লা হইতে উৎপন্ন আল্‌কাত্‌রা হইতে নানা প্রকার রঞ্জক-দ্রব্য, বিস্ফোরক পদার্থ, গন্ধ-দ্রব্য, কৃত্রিম সার এবং ঔষধ প্রভৃতি নানাবিধ-দ্রব্য প্রস্তুত হয়।

Q. 7. Write a short essay on mineral oil.

Ans. পালল-শিলাস্তরের মধ্যে অনেক সময় তৈল সঞ্চিত থাকে। পাথুরিয়া কয়লার মত মাটি খুঁড়িয়া ইহাদিগকে তুলিতে হয়; তাই ইহাদিগকে খনিজ তৈল বা মেটে তৈল বলা যায়। ইহার প্রধান উপাদান—কার্বন ও হাইড্রোজেন। মার্কিন যুক্তরাজ্য, রুসিয়া, পারস্য, ব্রহ্মদেশ এবং ভারতবর্ষের আসাম ও পাঞ্জাবের সীমান্তে প্রচুর খনিজ তৈল পাওয়া যায়।

ভূগর্ভস্থ তাপ ও চাপের ফলে, এ্যাল্‌গা (Alga), ডায়াটম্‌ (Diatom)

প্রভৃতি প্রাচীন কালের নিম্নস্তরের উদ্ভিজ্জ এবং সামুদ্রিক মৎস্য ও শম্বুকাদি জীবের দেহাবশেষ খনিজ তৈলে পরিণত হয়।

দুইটি অপ্রবেশ্য শিলাস্তরের মধ্যে কোন প্রবেশ্য শিলাস্তর থাকিলে ঐ প্রবেশ্য শিলাস্তরের মধ্যে খনিজ তৈল সঞ্চিত হয় এবং উহার সহিত গ্যাস এবং জলও থাকে। উপরে গ্যাস, গ্যাসের নিচে তৈল, এবং তাহার নিচে জল—এইরূপে পরপর সাজান থাকে। ভূমিতে ছিদ্র করিয়া ঐ-স্তর পর্যন্ত লোহার নল বসাইয়া দিলে, গ্যাস ও তৈল আপনারাই বাহির হইয়া আসে। পরে ভিতরের চাপ কমিয়া গেলে পাম্প্ যোগে তৈল উত্তোলন করা হয়।

খনিজ তৈল হইতে **পেট্রলিয়াম** (স্ফুটনাংক, ৭০°-১২০°), **কেরোসিন** (স্ফুটনাংক, ১৫০°-৩০০°), **ভ্যাসিলিন** (স্ফুটনাংক, ৩০০° এর অধিক), ও **প্যারাফিন** প্রভৃতি পাওয়া যায়।

Q. 8. What is soil? How is it formed? Describe some of the important types of soil of our land and discuss their bearing on plant life and agricultural operations.

Ans. ভূত্বকের উপরের স্তর যাহাদ্বারা গঠিত, তাহাকেই সাধারণতঃ **মাটি** বলা হয়। জলস্রোত, বায়ুপ্রবাহ, হিমবাহ, শীতোষ্ণতা প্রভৃতির শক্তিতে শিলা চূর্ণ বিচূর্ণ হইয়া শিলাধূলির সৃষ্টি করে এবং ইহাই মাটির প্রধান উপাদান। এই শিলাধূলির সহিত জৈব উপাদান মিশিয়া মাটি-উৎপন্ন হয়। কোন স্থানে শিলা চূর্ণ বিচূর্ণ হইয়া যে মাটি উৎপন্ন হয়—তাহা **অবশিষ্ট মাটি** (Residual Soil) এবং এই অবশিষ্ট মাটি জল বায়ু প্রভৃতির শক্তিতে বাহিত হইয়া যখন স্থানান্তরে সঞ্চিত হয়, তখন উহাকে **অপসৃত-মাটি** (Transported Soil) বলা হয়।

মাটির সহিত-উদ্ভিদ্ জীবনের ঘনিষ্ঠ সম্বন্ধ বর্তমান। মাটি উহাদের জন্ম-স্থান; শিকড়দ্বারা মাটি ধরিয়াই উহারা দাঁড়াইতে পারে এবং আলোক ও বাতাস

সংগ্রহ করিতে পারে; মাটি হইতেই উহারা নাইট্রোজেন, ক্যাল্সিয়াম, ফস্ফরাস্ প্রভৃতি অধিকাংশ প্রয়োজনীয় খাদ্যোপাদান সংগ্রহ করে; তাই মাটি ব্যতীত উদ্ভিদের পক্ষে জীবন ধারণ করা একান্তই অসম্ভব।

সকল গাছের প্রকৃতি সমান নয়, এবং সকল মাটিতেও সকল রকম উপাদান থাকে না। তাই উদ্ভিদ্ নিজ নিজ প্রকৃতির অনুকূল মাটিতেই জন্মে এবং চাষ করিবার সময়েও গাছ ও মাটি,—এই উভয়েরই প্রকৃতির প্রতি লক্ষ্য রাখিয়া মাটিতে গাছ রোপণ করিতে হয়। বিশেষ বিশেষ গাছের জীবন ধারণের পক্ষে মাটিকে অনুকূল করিবার জন্য উহাতে বিশেষ বিশেষ রকমের **সার** (Manure) দিবার ব্যবস্থাও করিতে হয়।

কাদা, বালি, খনিজ এবং জৈব পদার্থের পরিমাণ ভেদে নানা রকমের মাটি পাওয়া যায়। **লোম** (Loam) নামক মৃত্তিকাই সর্বোৎকৃষ্ট; ইহাতে ৬০ ভাগ বালি, ২৫ ভাগ কাদা, ৭½ ভাগ খড়ি মাটি এবং ৭½ ভাগ জৈব পদার্থ মিশ্রিত থাকে। **পলিমাটি** কাদা প্রধান, নদীর অববাহিকার মাটি বালি প্রধান, **মাক্** (Muck) মাটি জৈবপদার্থ (হিউমাস Humus) প্রধান এবং **মার্ল** (Marl) মাটি চূণাপদার্থ ও জৈবপদার্থ প্রধান। আমাদের দেশে (১) **বেলে** (২) **ধস** (৩) **দো-আঁস** (৪) **এঁটেল**—ভেদে চারি প্রকারের মাটি দেখিতে পাওয়া যায়। এই চারি প্রকার মাটির পৃথক্ পৃথক্ সংক্ষিপ্ত বিবরণ দেওয়া হইল—

(১) **বেলেমাটি**—ইহাতে শতকরা ৯০ ভাগ বালি ও প্রায় ১০ ভাগ কাদা থাকে; ইহা জল ধরিয়া রাখিতে পারেনা এবং সহজেই শুক্না হইয়া যায়; **তরমুজ, কাঁকুড়, ফুটি** প্রভৃতি ব্যতীত অন্য কোন উদ্ভিদ্ ইহাতে ভাল জন্মিতে পারে না।

(২) **ধস্-মাটি**—ইহাতে শতকরা ১০ ভাগ হইতে ৪০ ভাগ পর্যন্ত কাদা ও জৈব পদার্থ থাকে; ইহা বেলেমাটি অপেক্ষা অধিক জল ধরিয়া রাখিতে

পারে ; **আলু, বেগুণ, কুমড়া** ও **সরিষা** প্রভৃতি রবিশস্য এইরূপ মাটিতেই ভাল জন্মে।

(৩) **দো-আঁশ মাটি**—ইহাতে শতকরা ৪০ ভাগ হইতে ৭০ ভাগ পর্যন্ত কাদা এবং জৈব পদার্থ থাকে ; ইহা ধস্ মাটি অপেক্ষাও অধিক জল ধরিয়া রাখিতে পারে ; চাষের পক্ষে ইহাই সর্বাপেক্ষা উপযোগী ; ইহাতে **যব, গম** ও **ভুট্টা** প্রভৃতি বিবিধ শস্য উৎপন্ন হয়।

(৪) **এঁটেল মাটি**—ইহাতে শতকরা ৭০ ভাগ হইতে ৯০ ভাগ পর্যন্ত কাদা এবং জৈব পদার্থ থাকে ; ইহার জল ধরিয়া রাখিবার ক্ষমতা খুবই বেশী ; ইহার ভিতর বাতাস চলাচল করিতে পারে না এবং শুকাইয়া গেলে ইহা খুবই শক্ত হয় ; তাই, চাষের পক্ষে ইহা বিশেষ উপযোগী নয় ; **ধান, ছোলা, মটর** প্রভৃতি কয়েকটি শস্যই ইহাতে ভাল উৎপন্ন হয়।

উদ্ভিদ-বিদ্যা

Q. I. (i) Describe the process of germination in plants. (ii) What is hypogeal and epigeal germination ? (iii) How would you prove that germination depends on temparature and a favourable quantity of water and air ?

Ans. (i) ভ্রূণ (Embryo), ভ্রূণের খাদ্য, এবং ভ্রূণ-রক্ষার সরঞ্জাম—প্রধানতঃ এই লইয়াই বীজ গঠিত হয়। বীজের ভিতর ভ্রূণ ঘুমন্ত অবস্থায় থাকে। পরিমিত তাপ, জল ও বাতাসের সংস্পর্শে এই ভ্রূণ জাগিয়া উঠে এবং বর্ধিত হইতে আরম্ভ করে। এই প্রকারে বীজ হইতে অংকুর বাহির হওয়াকেই **অংকুরোদগম** (Germination) বলা হয়।

কতকগুলি বীজ (Seeds) লইয়া উহাদিগকে ভিজা করাত-গুঁড়োর (Saw-dust) মধ্যে রাখিয়া দিলে বীজগুলি জল শোষণ করিয়া ফুলিয়া উঠিবে ; বীজ-মধ্যস্থ কোষগুলির মধ্যে রাসায়নিক পরিবর্তন ঘটিতে থাকিবে ; বীজমধ্যস্থ সঞ্চিত খাদ্য হজম হইতে আরম্ভ হইবে ; বাতাসের অক্সিজেন ভিতরে প্রবেশ করিবে ও কার্বন-ডাই-অক্সাইড বাহির হইয়া আসিবে। নূতন প্রোটোপ্লাজম্ (Protoplasm) তৈয়ার হইবার সংগে সংগেই ভ্রূণ দ্রুত বৃদ্ধিপ্রাপ্ত হইয়া বীজের বহিচ্ছদ (Testa) বিদীর্ণ করিয়া বাহিরে আসিবে। ভাবী মূল (Radical) ইতিপূর্বেই ডিম্বক-রন্ধ্র (Micropyle) দিয়া বাহিরে আসিয়া থাকে।

(ii) **মৃদ্ভেদী অংকুরোদগম** (Epigeal germination)—ভাবী-মূলের (Radical) যে-অংশ বীজ-পত্রের (Cotyledons) ঠিক নিচে থাকে, তাহা ক্রমশঃ দীর্ঘ হইয়া ভাবী কাণ্ড (Plumule) ও বীজ-পত্রকে বীজচ্ছদের বাহিরে

ঠেলিয়া তুলে। এই প্রকার অংকুরোদ্গমকে মৃদ্ভেদী (Epigeal) অংকুরোদ্গম বলা হয়।

মৃত্তিকাস্থ অংকুরোদ্গম (Hypogeal germination)—ভাবী-মূলের যে-অংশ বীজ-পত্রের ঠিক নিচে থাকে, তাহা যদি বর্ধিত না হয়, তবে বীজ-পত্র অংকুরোদ্গমের পর মাটির নিচেই থাকিয়া যায়। এই প্রকার অংকুরোদ্গমকে **মৃত্তিকাস্থ অংকুরোদ্গম** (Hypogeal germination) বলা হয়।

(iii) পরিমিত জল ও বাতাস ব্যতিরেকে যে অংকুরোদ্গম হয় না তাহা নিম্নোক্ত পরীক্ষা দ্বারা বুঝিতে পারা যায় ;—একটি কাচের গ্লাসে একটি ছোট লাঠি রাখিয়া উহার কিয়দংশ জলে পূর্ণ করিতে হইবে। এইবার তিনটি বীজ কাঠির সহিত এরূপ ভাবে বাঁধিয়া দিতে হইবে যেন প্রথম বীজটি জলে ডুবিয়া থাকে, দ্বিতীয়টি জলে অর্ধমগ্ন অবস্থায় থাকে এবং তৃতীয়টি জলের উপরে কেবল বাতাসের মধ্যে থাকে। কয়েক দিনের মধ্যে দেখা যাইবে,—যে-দুইটি বীজ কেবল জলে বা কেবল বাতাসে ছিল, তাহাদের অংকুরোদ্গম হয় নাই ; কেবল যে-বীজটি জলে অর্ধমগ্ন অবস্থায় ছিল, তাহারই অংকুরোদ্গম হইয়াছে।

অংকুরোদ্গমের জন্য পরিমিত তাপেরও প্রয়োজন। অতিরিক্ত তাপে মরুভূমিতে গাছ জন্মিতে পারে না। আবার অতিরিক্ত শৈত্যে, তুন্দ্রা অঞ্চল সমূহেও গাছ জন্মিতে পারে না।

Q. 2. Distinguish between true and adventitious roots. How many different types of true and adventitious roots are there ?

Ans. **আসলমূল** (True root)—ইহা ভ্রূণের ভাবীমূল (Radical) হইতে উৎপন্ন হয়। **আস্থানিক মূল** (Adventitious root)—ইহা ভ্রূণের ভাবীমূল হইতে উৎপন্ন না হইয়া উদ্ভিদ্-দেহের অন্যান্য স্থান হইতে নির্গত হয় ; পাথরকুচির পাতা হইতে যে মূলগুলি নির্গত হয়, তাহারা আস্থানিক।

আসল মূলের প্রকার ভেদ—(১) **প্রধান মূল** (Tap root); যেমন লেবু-গাছের। (২) **গুচ্ছ-মূল** (Fibrous root); যেমন ধান, যব প্রভৃতির।

আস্থানিক মূলের প্রকার ভেদ—(১) **ঠেশমূল** (Stilt root); যেমন কেয়ার। (২) **স্তম্ভমূল** (Prop root); যেমন বটগাছের শাখা হইতে নির্গত মূল। (৩) **আরোহী মূল** (Climbing root); যেমন পানগাছের কাণ্ডস্থিত গাঁইট হইতে নির্গত মূল। (৪) **নাসিকা মূল** (Breathing root); যেমন সুন্দরবনের সুঁদ্রীগাছের মূল হইতে নির্গত মূল। (৫) **ভাসমান মূল** (Floating root); যেমন কেশরদামের। (৬) **বায়বীয় মূল** (Aerial root); যেমন গুলঞ্চ প্রভৃতির। (৭) **শোষক মূল** (Haustoria); যেমন আলোকলতা প্রভৃতির।

Q. 3 Enumerate the several functions of roots.

Ans. **মূলের কার্য**—(১) মূল, গাছকে মাটির সহিত দৃঢ়ভাবে আবদ্ধ করিয়া রাখে।

(২) মূল-রোমের সাহায্যে, মূল, মাটি হইতে খাদ্য গ্রহণ করিয়া গাছকে বাঁচাইয়া রাখে।

(৩) ক্ষেত্র বিশেষে, গাছ, মূলে খাদ্য সঞ্চয় করিয়া রাখে। গাজর, শালগম, মূলা প্রভৃতির মূলে এইরূপ হয়।

(৪) সময় সময় ঠেক্‌নো স্বরূপ হইয়া, মূল, গাছের কাণ্ড ও শাখা প্রশাখা প্রভৃতির ভার বহন করে। বটের আস্থানিক মূলগুলি ইহার প্রকৃষ্ট উদাহরণ।

(৫) পান, গজপিপুল প্রভৃতি গাছের আস্থানিক মূল উহাদের আরোহণ কার্যে সাহায্য করে।

(৬) সময় বিশেষে, গাছ, মূলের সাহায্যে বাতাস হইতে অক্সিজেন গ্রহণ করিয়া জীবন রক্ষা করে। সুন্দরবনে সুঁদরী গাছে এইরূপ হইয়া থাকে।

(৭) অনেক সময় একগাছের মূল অন্যগাছের খাদ্য-ভাণ্ডারে প্রবেশ করিয়া খাদ্য সংগ্রহ করে। স্বর্ণলতা ইহার বিশিষ্ট উদাহরণ

(৮) মূলের সাহায্যে কোন কোন গাছের বংশ-বিস্তার হইতেও দেখা যায়।

Q. 4. What is osmosis? Describe how by it Plants absorb food materials from the soil.

Ans. অস্‌মসিস্ (Osmosis)—দুইটি তরল পদার্থের মধ্যে একটি যদি অপরটি অপেক্ষা অধিকতর ঘন হয়, এবং উহাদিগকে যদি কোন অর্ধভেদ্য (Semi-permeable) পরদাদ্বারা পৃথক্ রাখা হয়, তবে ঐ পর্দার ভিতর দিয়া উভয়ের সমীকরণ ঘটিয়া থাকে। অল্প-ঘন তরল পদার্থটি বেশি পরিমাণে এবং অপেক্ষাকৃত তাড়াতাড়ি, ঘন তরল পদার্থটির মধ্যে যায়, এবং বেশী ঘন পদার্থটি অল্প পরিমাণে অপরটির সহিত মিশিতে আসে ; ক্রমশঃ উভয় তরল পদার্থের ঘনত্ব সমান হইয়া গেলে আর কোনরূপ চলাচল থাকে না। এই সমীকরণ ব্যাপারকেই অস্‌মসিস্ (Osmosis) বলা হয়।

পটাসিয়াম, ম্যাগ্‌নেসিয়াম, ক্যাল্‌সিয়াম, আয়রণ, ফস্‌ফরাস, সালফার, নাইট্রোজেন, প্রভৃতি সংঘটিত খাদ্যের অভাবে গাছ বাঁচিতে পারেনা। এই সকল খাদ্য, গাছ মাটি হইতে সংগ্রহ করে। যে খাদ্যগুলি তরল, বা জলে দ্রব হইয়া তরল অবস্থায় থাকে, সেইগুলিকে গাছ মূলরোমের সাহায্যে সহজে গ্রহণ করিতে পারে। কিন্তু যেগুলি তরল নয় বা জলে দ্রব হয় না, তাহাদিগকে গ্রহণ করিবার পূর্বে গাছ তাহাদিগকে দ্রবীভূত করিবার ব্যবস্থা করে। মূলরোম হইতে নির্গত এক প্রকার এ্যাসিড্ এই দ্রবীভবন কার্য করিয়া থাকে।

মূলরোমদ্বারাই গাছ এই তরল খাদ্যসমূহ গ্রহণ করে। মূলরোমের কোষের অভ্যন্তরে এক প্রকার ঘন অম্লরস থাকে এবং উহাদের কোষাবরক পর্দাগুলিও অর্ধভেদ্য (Semi-permeable)। সুতরাং এই মূলরোম যখন অপেক্ষাকৃত অল্প-ঘন তরল খাদ্য দ্রব্যের সংস্পর্শে আসে, তখন অসমসিস্ (Osmosis) প্রক্রিয়ায় ঐ তরল খাদ্য অধিক পরিমাণে কোষাবরণের (Cell-wall) ভিতর

দিয়া কোষের ভিতর প্রবেশ করে। মূলরোমের কোষাভ্যন্তরস্থ জীবন-কণিকা (Proto-plasm) এই কার্য নিয়ন্ত্রিত করিয়া থাকে।

Q. 5. How can you distinguish between stem and root? Mention some of the different types of stems with special reference to the underground types.

Ans. (i) কাণ্ড ও মূলের নিম্নলিখিত বৈশিষ্ট্যগুলি লক্ষ্য করিলেই, কোন্‌টি কাণ্ড এবং কোন্‌টি মূল, তাহা সহজেই নির্ণয় করা যায়। কাণ্ড ও মূলের প্রভেদ যথা—

(১) কাণ্ডের অগ্রভাগ ঊর্ধ্বমুখে আকাশের দিকে উঠে, কিন্তু মূলের অগ্রভাগ মুখ নিচু করিয়া মাটির মধ্যে নামিয়া যায়।

(২) কাণ্ডের মুখ নিচু করিয়া এবং মূলের মুখ উঁচু করিয়া ধরিলেও, কাণ্ডের মুখ বাঁকিয়া উপরে উঠে এবং মূলের মুখ বাঁকিয়া নিচে নামে।

(৩) কাণ্ডের মাথা কচি কচি পাতায় ঢাকা থাকে ; কিন্তু মূলের অগ্রভাগ টুপির মত একপ্রকার ঢাকনি (মূলত্রাণ বা root-cap) দ্বারা ঢাকা থাকে।

(৪) মূলের অগ্রভাগের ঠিক উপরে মূলরোম (Root hair) থাকে কিন্তু কাণ্ডে ঐরূপ কিছুই দেখা যায় না।

(৫) কাণ্ডে পাতা জন্মে কিন্তু মূলে পাতা জন্মে না।

(৬) কাণ্ডে **গাঁইট** (Node) এবং **পাব** (Internode) জন্মে কিন্তু মূলে ঐরূপ কিছুই হয় না।

(ii) কাণ্ডের প্রকার ভেদ—(১) **গোলাকার কাণ্ড** ; যেমন আমগাছের। (২) **ত্রিকোণাকার কাণ্ড** ; যেমন মুথার। (৩) **চতুষ্কোণ কাণ্ড** ; যেমন তুলসীর। (৪) **পাতারূপী কাণ্ড** (Cladode) ; যেমন ফণিমনসার। (৫)

কণ্টকাকার কাণ্ড (Thorn); যেমন বৈঁচির। (৬) **আকর্ষাকার কাণ্ড** (Tendril); যেমন লাউ, কুমড়া প্রভৃতির। (৭) **ভু-নিম্নস্থ কাণ্ড** (Underground stem); যেমন আলু প্রভৃতির।

দ্রষ্টব্য, —৪র্থ, ৫ম ও ৬ষ্ঠ, ইহারা রূপান্তরিত (Modified) কাণ্ডের উদাহরণ।

ভু-নিম্নস্থকাণ্ডের প্রকার ভেদ—

(১) **মূলাকার কাণ্ড** (Rhizome); যেমন আদা, হলুদ প্রভৃতির। (২) **গুঁড়ির মত কাণ্ড** (Corm); যেমন ওলের। (৩) **স্ফীতকন্দ কাণ্ড** (Tuber); যেমন আলুর। (৪) **শল্ককন্দ** (Tunicated bulb); যেমন পেঁয়াজের। (৫) **নগ্ন শল্ককন্দ** (Scally bulb); যেমন শালুকের।

দ্রষ্টব্য ঃ—মাটির নিচে থাকে বলিয়া ইহাদিগকে মূল বলিয়া ভ্রম হয়; কিন্তু প্রকৃতপক্ষে ইহারা মূল নহে। ইহাদের (১) গাঁইট ও পাব আছে (২) গাঁইটে গাঁইটে কটা রঙের আঁইশের মত পাতা আছে, (৩) পাতা ও কাণ্ডের জোড়মুখে মুকুল (Bud) আছে এবং (৪) মূলত্রাণ (Root cap) থাকে না। এই লক্ষণগুলির সাহায্যে, ইহারা যে কাণ্ড, মূল নহে, তাহা সহজেই বুঝিতে পারা যায়।

Q. 6. Enumerate the several functions of the stem.

Ans. কাণ্ডের কার্য—

(১) কাণ্ড পত্র, পুষ্প, ফল প্রভৃতি ধারণ করে।

(২) ইহা মূল হইতে পত্রে খাদ্যের উপাদানসমূহ চালিত করে।

(৩) ক্ষেত্রবিশেষে কাণ্ডে খাদ্য সঞ্চিত থাকে।

(৪) কোন কোন সময় ইহা গাছের বংশবৃদ্ধির সহায়তা করে।

(৫) কাণ্ড সময় সময় আকর্ষে রূপান্তরিত হইয়া লতানে গাছসমূহের আরোহণে সহায় হয়।

(৬) কণ্টকাদিতে রূপান্তরিত শাখা প্রশাখার সাহায্যে গাছ আত্মরক্ষা করে।

(৭) কখন কখন চ্যাপ্টা ও সবুজ হইয়া গাছের কাণ্ড, পাতার কার্য করে।

Q. 7. Enumerate with examples the different types of (i) venation (ii) margin (iii) apex and (iv) shape of leaves.

Ans. (i) **পত্রের শিরাবিন্যাসের** (Venation) **প্রকার ভেদ**—ফলকের মোটা মোটা শিরা সকলের বিন্যাস অনুসারে পাতার শিরাবিন্যাস নিম্নলিখিত প্রকারের হইয়া থাকে। যথা—

(১) **পক্ষশির** (Pinni-veined or Pinnate), ইহাতে একটি মধ্যশিরার দুইপাশে শাখাশিরাগুলি পালকের মত সাজান থাকে; যেমন আম পাতার।

(২) **করশির** (Palmi-veined or Palmate),—ইহাতে একাধিক প্রধান শিরা বোঁটার আগা হইতে বাহির হইয়া ফলকের মধ্যে হাতের আঙ্গুলের মত ছড়াইয়া পড়ে। কুমড়া পাতায় এইরূপ দেখা যায়।

(৩) **বক্রশির** (Curvi-veined),– ইহাতে ফলকের মধ্যে একটি প্রধান শিরা থাকে এবং অন্য প্রধান শিরাগুলি, উহার দুইপাশে ধনুকের মত বাঁকিয়া থাকে; তেজপাতার শিরাবিন্যাস এইরূপ।

(৪) **সমান্তরালশির** (Parallel-veined),—ইহাতে প্রধান শিরাগুলি পরস্পর সমান্তরাল ভাবে অবস্থান করে; যেমন বাঁশপাতায়।

(৫) **জালশিরাবিন্যাস** (Reticulate venation),—ইহাতে উপশিরাগুলি (Veinules) ফলকের মধ্যে বিস্তৃত হইয়া জালের আকার ধারণ করে।

(ii) **পাতার কিনারার** (Margin) **প্রকারভেদ**—(১) **সমান** (Entire), —যেমন বটপাতায়। (২) **করাতের দাঁতের মত** (Serrate),—যেমন দোপাটি বা গোলাপের পাতায়। (৩) **দাঁত সোজা** (Dentate),—যেমন-ঘৃতকুমারীর পাতায়। (৪) **দাঁতের অগ্রভাগ গোলাকার** (Crenate)।

(iii) **পাতার আগার** (Apex) **প্রকারভেদ**—(১) **সূক্ষ্মাগ্র** (Acute); যেমন আম পাতার। (২) **দীর্ঘশীর্ষ** (Acuminate); যেমন পানপাতার। (৩) **সূচ্যগ্র** (Mucronate); যেমন খেজুর পাতার। (৪) **ভোঁতা** (Obtuse); যেমন কাঁঠাল বা বটপাতার। (৫) **খাঁজকাটা** (Emarginate); যেমন আমরুল পাতার।

(iv) **পাতার আকারের** (Shape) **প্রকারভেদ**,—(১) **লম্বাকৃতি** (Linear); যেমন ধানের পাতা। (২) **বল্লমাকৃতি** (Lanceo-late); যেমন বাঁশপাতা। (৩) **ডিম্বাকৃতি** (Ovate); যেমন বটপাতা। (৪) **হৃদয়াকৃতি** (Cordate); যেমন পানপাতা। ( ) **বৃক্কাকৃতি** (Reniform); যেমন থানকুনির পাতা। (৬) **বাণাকৃতি** (Sagitate); যেমন কচু পাতা। **হংসপদাকৃতি** (Crisped); যেমন লাউপাতা। (৭) **সূচ্যাকৃতি** (Acicular); যেমন পাইন-গাছের পাতা। (৮) **চক্রাকৃতি** (Rotund); যেমন পদ্মপাতা। (৯) **বর্শাকৃতি** (Hastate); যেমন কলমীপাতা।

Q. 8. Enumerate the different functions of leaves.

Ans. **পাতার কার্য,**—

(১) পাতা মূল হইতে প্রেরিত উপাদানগুলিকে জৈবখাদ্যে পরিণত করে।

(২) বাতাস হইতে গৃহীত অংগারক বাষ্পের সাহায্যে ইহা শ্বেতসার (Starch) প্রভৃতি খাদ্য প্রস্তুত করে।

(৩) পাতার সাহায্যে গাছের শ্বাসকার্য চলিয়া থাকে।

(৪) প্রস্বেদন (Transpiration) কার্যও ইহার সাহায্যে ঘটিয়া থাকে।

(৫) আকর্ষে রূপান্তরিত পাতা, গাছকে আরোহণে সাহায্য করে; যেমন উলট-চণ্ডালের পাতা।

(৬) কণ্টকে রূপান্তরিত পাতা, গাছকে বহিঃশত্রুর আক্রমণ হইতে রক্ষা করে। যেমন খেজুর পাতা।

(৭) ভূ নিম্নস্থ কাণ্ডের পাতা (শল্কপত্র), গাছকে উত্তাপ ও শৈত্যের আধিক্য হইতে রক্ষা করে।

(৮) কোন কোন গাছের পাতায় খাদ্য সঞ্চিত থাকে; যেমন ঘৃতকুমারীর পাতা।

(৯) কোন কোন গাছে পাতা, বংশবৃদ্ধির সহায়তা করে; যেমন পাথরকুচির পাতা;

(১০) পতংগ-ভুক্ (Insectivorous) গাছের পাতা, পতংগ ধরিবার ফাঁদে রূপান্তরিত হয় এবং পতংগ-দেহ হইতে নাইট্রোজেন-ঘটিত খাদ্য সংগ্রহ করে।

Q. 9. What is assimilation ?

Ans. মূলের সাহায্যে বৃক্ষসকল মাটি হইতে নাইট্রেট (Nitrate), সালফেট (Sulphate) প্রভৃতি নানাপ্রকার খাদ্যের উপাদান এবং পাতার সাহায্যে বায়ু হইতে কার্বন-ডাই-অক্সাইড ও অক্সিজেন সংগ্রহ করে। পাতার কোষের (Mesophyl cells) ভিতর যে প্রোটোপ্লাজ্‌ম্ থাকে তাহা ঐ উপাদানগুলিকে ষ্টার্চ, প্রোটিড্ প্রভৃতি জৈবখাদ্যে পরিণত করে। খাদ্যের এই পরিপাক কার্যকেই **পরিপাকক্রিয়া** বা Assimilation বলা হয়। ইহা দুইপ্রকার—

(১) **অংগার-আত্মকরণ** (Carbon-assimilation),—উপযুক্ত সূর্যালোক ও উত্তাপ পাইলে গাছের পাতা প্রভৃতি সবুজ অংশ সমূহ, চতুঃপার্শ্ববর্তী বায়ুমণ্ডল হইতে কার্বন-ডাই-অক্সাইড টানিয়া লয়। এই গ্যাস পাতার রন্ধ্রের (Stoma) ভিতর দিয়া পাতার মধ্যে প্রবেশ করে। পাতার ভিতর যে সবুজ কণিকাসমূহ (Chloro-plasts) থাকে, তাহারা সূর্যরশ্মি শোষণ করিয়া কোষের মধ্যে শক্তি উৎপাদন করে। এই শক্তির সাহায্যে কার্বন-ডাই-অক্সাইড্ জলের

সহিত মিশ্রিত হইয়া ফরম্যাল্‌ডিহাইডে (Formaldehyde) পরিণত হয়। এই ফরম্যাল্‌ডিহাইড্ ক্রমে চিনিতে এবং পরে ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র ষ্টার্চকণিকায় (Assimilation starch) পরিণত হয়।

(২) **নাইট্রোজেন-আত্মকরণ** (Nitrogen assimilation),– মূলরোম মাটি হইতে নানাপ্রকার নাইট্রোজেন-ঘটিত খাদ্য (Nitrates) সংগ্রহ করিয়া কাণ্ডের ভিতর দিয়া পাতায় পাঠাইয়া দেয়। পাতায় সূর্য্যালোক সংস্পর্শে নানা-প্রকারে পরিবর্ত্তিত হইয়া এই উপাদানগুলি এ্যামাইডে (Amide) এবং পরে প্রোটিডে (Proteid) পরিণত হয়। সাল্‌ফার ও ফস্‌ফরাস্ সহযোগে এই প্রোটিড আবার প্রোটোপ্লাজম্ (Protoplasm) গঠন করে।

Q. 10. How would you prove that in the presence of sun-light oxygen is given out during carbon-assimilation ?

Ans. সূর্য্যালোকে অংগার-আত্মকরণ (Carbon assimilation) করিবার কালে গাছের সবুজ অংশ হইতে অক্সিজেন গ্যাস বাহির হয়। নিম্নলিখিত উপায়ে ইহা প্রমাণ করিতে পারা যায় —

একটি পাত্রে কিছু ঝাঁঝি, রাখিয়া উহাকে একটি কাচের চোঙ দিয়া ঢাকিয়া রাখিতে হইবে। পরে, পাত্রে জল ঢালিয়া চোঙটিকে সম্পূর্ণরূপে জলে ডুবাইয়া দিয়া চোঙের নলের উপর একটি জলপূর্ণ পরীক্ষা-নল এমন ভাবে উপুড় করিয়া রাখিতে হইবে যেন উহার মধ্যে কিছুমাত্র বাতাস প্রবেশ করিতে না পারে। এইবার পাত্রটিকে সূর্য্যালোকের মধ্যে কিছুক্ষণ রাখিয়া দিলে, দেখিতে পাওয়া যাইবে যে—ঝাঁঝি হইতে বুদ্বুদ উঠিয়া পরীক্ষা-নলের ভিতরে যাইতেছে এবং পরীক্ষা-নলের জল নামিয়া আসিতেছে। এই বুদ্বুদাকার গ্যাসই অক্সিজেন। খানিকটা গ্যাস জমিলে পর, পরীক্ষানলটি তুলিয়া লইয়া উহার

মুখে একটি শিখাহীন জ্বলন্ত কাঠি ধরিলে, উহা খুব উজ্জ্বল ভাবে জ্বলিয়া উঠিবে। পাত্রটিকে সূর্যালোক হইতে সরাইয়া লইলে, বুদ্বুদ উঠা বন্ধ হইয়া যাইবে।

Q. 11. How would prove that (i) Starch and (ii) Chloroplasts can not be formed without sun-light ?

Ans. (i) টবে বসান কোন গাছকে দুই একদিন অন্ধকারে রাখিতে হইবে। ঐরূপ অবস্থায় গাছের পাতায় কোন শ্বেতসার (Starch) থাকিবে না। এইবার উহার একটি পাতার কিয়দংশ ভাল ভাবে ঢাকিয়া রাখিয়া অবশিষ্টাংশে সূর্যালোক লাগাইতে হইবে। কিছুক্ষণ পরে ঢাকা খুলিয়া ফেলিয়া, পাতাটি উষ্ণ সুরাসারে (Alcohol) ডুবাইয়া রাখিলে, উহার সবুজ-কণা সমূহ বাহির হইয়া যাইবে। এখন ঐ পাতায় আওডিনের দ্রবণ ঢালিয়া দিলে, পাতার যে অংশে সূর্যালোক লাগিয়াছিল তাহাতে শ্বেতসার জন্মিয়াছে বলিয়া তাহা নীল হইয়া যাইবে; এবং যে অংশ ঢাকা ছিল, তাহার কোন পরিবর্তন হইবে না। সূর্যালোক অভাবে পাতার এই অংশে শ্বেতসার প্রস্তুত হইতে পারে নাই বলিয়া, এইরূপ হইয়াছে।

(ii) সবুজ দূর্বা ঘাসের উপর একটি ইট চাপা দিয়া কয়েকদিন রাখিবার পর তুলিয়া দেখিলে দেখিতে পাওয়া যায় যে ইটের তলার ঘাসগুলি সাদা হইয়া গিয়াছে। ঐ সাদা ঘাসগুলির উপর কয়েক দিন সূর্যালোক পড়িলে, উহারা আবার সবুজ হইয়া উঠিবে। সূর্যালোক ব্যতীত সবুজ-কণা (Chloroplasts উৎপন্ন হয় না বলিয়াই এইরূপ হইয়া থাকে।

Q. 12. (i) What do you mean by aerobic anc anaerobic respiration ? (ii) How would you prov that plants inhale oxygen and exhale an equa

volume of carbon-di-oxide ? (iii) Demonstrate the truth of the statement "Plants also must breathe in order to live."

Ans. (i) পাতা সকলের পিঠে এবং গাছের ত্বকে অসংখ্য ছিদ্র থাকে ; এই ছিদ্র দিয়া উহারা বাহির হইতে বায়ু সংগ্রহ করিয়া শ্বাসকার্য সম্পন্ন করে। ইহাই **এ্যারোবিক** (Aerobic) শ্বাসকার্য। শ্বাসগ্রহণ কালে বায়ুমধ্যস্থ অক্সিজেনের সহিত উদ্ভিদ্‌দেহে সঞ্চিত খাদ্যসমূহের রাসায়নিক সংযোগ ঘটে ; ফলে জল ও কার্বন-ডাই-অক্সাইড উৎপন্ন হয় এবং ছিদ্র দিয়া বাহির হইয়া আসে। দিনের বেলায় এই কার্বন-ডাই-অক্সাইড সূর্যালোকে উদ্ভিদ্ দেহেই বিশ্লিষ্ট হয় বলিয়া ছিদ্র দিয়া কার্বন-ডাই-অক্সাইডের পরিবর্তে অক্সিজেন বাহির হইয়া আসে। উদ্ভিদের এই শ্বাসকার্য আলোর উপর নির্ভর করে না। উহা দিনে ও রাত্রিতে সমানভাবে চলে।

বাহিরের বাতাস হইতে অক্সিজেন না লইয়াও অনেক সময় গাছ কার্বন-ডাই-অক্সাইড পরিত্যাগ করে। উদ্ভিদ্ মধ্যস্থ এন্‌জাইমের (Enzymes) ক্রিয়ায় প্রোটোপ্লাজ্‌ম্ বিশ্লিষ্ট হওয়ার ফলে, এই কার্বন-ডাই-অক্সাইড্ বহির্গত হয় বলিয়া ইহাকে **এ্যানিরোবিক** (Anaerobic) শ্বাস-কার্য বলা হয়।

(ii) একটি ম্যানোমিটার-সংযুক্ত (Mano-meter) কাচের বোতলে, কষ্টিক পটাশের (Caustic Potash) ভিতর দিয়া চালিত (সুতরাং কার্বন-ডাই অক্সাইড-বিহীন) বায়ু ভরিয়া দিয়া, উহার মধ্যে কতকগুলি অংকুরিত ছোলা এবং কষ্টিক-পটাশ-পূর্ণ একটি পরীক্ষা-নল, রাখিলে দেখা যাইবে যে বোতলের মধ্যস্থিত বায়ুর চাপ ক্রমশঃই কমিয়া যাইতেছে এবং কষ্টিক-পটাশের উপর পটাসিয়ম কার্বনেটের সর পড়িতেছে। বীজগুলি শ্বাসগ্রহণকালে বাতাস হইতে অক্সিজেন্ লইয়া যে কার্বন-ডাই-অক্সাইড্ বাহির করিয়া দিয়াছিল, তাহা কষ্টিক-পটাশ শোষণ করায়, বোতলের ভিতরে বায়ুর চাপ কমিয়া গিয়াছে। কষ্টিক-পটাশ বাদ দিয়া

এই পরীক্ষা করিলে চাপের হ্রাস বা বৃদ্ধি কিছুই লক্ষিত হইবে না। ইহা হইতে বুঝা যায় যে, উদ্ভিদ্‌, শ্বাসগ্রহণ কালে যে-পরিমাণ অক্সিজেন গ্রহণ করে, শ্বাসত্যাগ কালে ঠিক সেই পরিমাণে কার্বন-ডাই-অক্সাইড বাহির করিয়া দেয়।

(iii) উদ্ভিদের পক্ষেও বাঁচিতে হইলে শ্বাসগ্রহণ করিতে হয়। শ্বাসকার্য বন্ধ হইয়া গেলে উদ্ভিদ্‌ মরিয়া যায়। নিম্নলিখিত পরীক্ষার সাহায্যে ইহা সপ্রমাণ করিতে পারা যায়—

একটি খুব ছোট চারাগাছকে মাটি হইতে না তুলিয়াই একটা বেলজার (Bell-jar) দিয়া ঢাকিয়া রাখিতে হইবে। এইবার বেলজারের মধ্যে পাইরোগ্যালিক এ্যাসিড্ (Pyrogallic acid) পূর্ণ একটি বাটি ভরিয়া দিলেই, দেখিতে পাওয়া যাইবে যে গাছটি ক্রমশঃই মরণাপন্ন হইয়া পড়িতেছে। কিছুক্ষণের পর গাছটি মরিয়া যাইবে। পাইরোগ্যালিক এ্যাসিড বেল-জার মধ্যস্থ বায়ুর সমস্ত অক্সিজেন শুষিয়া লওয়ায় শ্বাসরুদ্ধ হইয়া গাছটি মরিয়া গিয়াছে।

Q. 13. (i) Why do plants transpire ? (ii) Describe the Principal organs of transpiration. (iii) What are the several effects of transpiration ? (iv) Mention the conditions necessary for transpiration. (v) How would you prove that plants transpire ?

Ans. (i) **প্রস্বেদনের কারণ—**

জলে দ্রবীভূত খনিজ পদার্থসমূহ গ্রহণ করিবার জন্য মূলরোমের সাহায্যে গাছ যত জল শোষণ করে, তত জল তাহার প্রয়োজন হয় না। তাই প্রয়োজন মত জলের কিয়দংশ রাখিয়া বাকী অংশ উহারা বাষ্পাকারে বাহির করিয়া দেয়। বাষ্পাকারে এই অতিরিক্ত জল নিষ্কাশনকেই **প্রস্বেদন** বা Transpiration বলা হয়।

(ii) প্রস্বেদনের স্থান—

(১) পত্রমধ্যস্থ কোষসমূহের সর্বাপেক্ষা বাহিরের স্তরে, (২) পত্রপৃষ্ঠে এবং (৩) পত্ররন্ধ্র (Stoma) সমূহে—এই প্রস্বেদন কার্য সম্পন্ন হয়।

(iii) প্রস্বেদনের উপকারিতা—

(১) প্রস্বেদন সাহায্যে উদ্ভিদদেহ অত্যধিক উত্তাপের হাত হইতে রক্ষা পায়। উহা উদ্ভিদদেহকে শীতল করে। (২) মৃত্তিকা হইতে জলশোষণ এবং ঐ জল উদ্ভিদের অন্যান্য অংশে প্রেরণ কার্যে ইহা সাহায্য করে। (৩) জল শোষণ ও প্রস্বেদন যখন সমান তালে চলিতে থাকে, তখন গাছ বেশ সতেজ থাকে। (৪) জলশোষণ অপেক্ষা প্রস্বেদনের মাত্রা যদি অধিক হয়, তবে গাছ নিস্তেজ হইয়া পড়ে। (৫) অনাবশ্যক জলে উদ্ভিদ্ দেহের যে ক্ষতি হয়, প্রস্বেদন দ্বারা তাহা নিবারিত হইয়া থাকে।

(iv) নিম্নলিখিত বিষয়গুলি প্রস্বেদনের জন্য একান্ত প্রয়োজনীয়,—

(১) মূল-দ্বারা মাটি হইতে প্রচুর জলশোষণ।

(২) মাটির উত্তাপ, পরিমিত (মনে করুন ৩৫° সি) হওয়া।

(৩) মাটিতে, জলে-দ্রবণীয় পদার্থসমূহের অবস্থান।

(৪) আলোক, চতুঃপার্শ্বস্থ বায়ুর উত্তাপ ও আর্দ্রতা এবং বায়ুপ্রবাহ উদ্ভিদের প্রস্বেদন কার্যে হ্রাস-বৃদ্ধি ঘটায়।

(v) প্রস্বেদন পরীক্ষা—

টবে-বসান একটি ছোট চারাগাছ কিছুক্ষণ রৌদ্রে রাখিবার পর উহাকে একটি বেশ ঠাণ্ডা বেলজার (Bell-jar) দিয়া ঢাকা দিলে জারের গায়ে ভিতরের দিকে জলকণা জমিতে দেখা যাইবে। প্রস্বেদনের ফলে গাছ হইতে নির্গত জলীয় বাষ্প বেলজারের শীতল গায়ে লাগিয়া জমিয়া জলকণায় পরিণত হইয়াছে বুঝা গেল।

Q. 14. Give a description of the different parts of a flower and state the function served by each of them.

Ans. সাধারণতঃ ফুলে চারিটি চক্র দেখিতে পাওয়া যায়। যে সকল ফুলে চারিটি চক্রই বর্তমান থাকে তাহাদিগকে **সম্পূর্ণ ফুল** বা Complete flower বলে। যে সকল ফুলে চারিটি চক্রের মধ্যে কোন একটিরও অভাব ঘটে তাহাদিগকে **অসম্পূর্ণ ফুল** বা Incomplete flower বলা হয়। নিম্নে ফুলের চারিটি চক্রের নাম, পরিচয় ও কার্য দেওয়া হইল—

(১) **বৃতি** (Calyx)—চারিটি চক্রের মধ্যে এই চক্রটি সকলের নিচে থাকে। ইহা কতকগুলি **বৃত্যংশ** (Sepal) লইয়া গঠিত। কোন কোন ফুলে বৃত্যংশগুলি পৃথক্‌ভাবে থাকে (Poly-sepalous); আবার কোন কোন ফুলে উহারা মিলিত ভাবে থাকে (Gamo-sepalous)।

কার্য—বৃতি, ফুলের ভিতরের অন্যান্য অংশগুলিকে রক্ষা করে।

(২) **দল** (Corolla)—বৃতির ঠিক উপরেই এই চক্রের স্থান। কতকগুলি **পাপড়ি** (Petal) লইয়া এই চক্র গঠিত হয়। কোন কোন ফুলের পাপড়িগুলি পৃথক্‌ভাবে থাকে (Poly-petalous); আবার কোন কোন ফুলে উহারা মিলিতভাবে থাকে (Gamo-petalous)।

কার্য—ইহা বর্ণ, গন্ধ ও মধু প্রভৃতির সাহায্যে কীটপতংগাদিকে আকৃষ্ট করিয়া পরাগ-সংযোগের সহায়তা করে।

(৩) **পুংকেশরচক্র** (Androecium)—দলের ঠিক উপরেই এই চক্রটি থাকে। ইহা কতকগুলি **পুংকেশর** (Stamen) লইয়া গঠিত। প্রত্যেক কেশরে একটি **সূত্র** (Filament) এবং সূত্রের মাথায় একটি **পরাগকোষ** (Anther) থাকে।

কার্য—ইহার পরাগ-কোষের মধ্যে পুংজননকোষ (Male gamete) থাকে বলিয়া ইহা গাছের বংশবৃদ্ধির একটি অত্যাবশ্যক অংগ।

(৪) **গর্ভকেশরচক্র** (Gynaeceum)—ইহাই চতুর্থ চক্র এবং পুংকেশর চক্রের পরেই ইহার স্থান। কয়েকটি গর্ভকেশর (Carpel) লইয়া ইহা গঠিত। কোন কোন ফুলে গর্ভকেশরসমূহ যুক্ত থাকে (Syncarpous)। আবার কোন কোন ফুলে উহারা পৃথক্ থাকে (Apocarpous); গর্ভকেশরের তিনটি ভাগ—(১) **গর্ভমুণ্ড** (Stigma) (২) **গর্ভদণ্ড** (Style) এবং (৩ **গর্ভকোষ** (Ovary)। গর্ভকোষের মধ্যে **ডিম্বকোষ** (Ovule) থাকে।

কার্য—ইহাদের ডিম্বকোষে স্ত্রীজননকোষ (Ovum) থাকে বলিয়া গাছের বংশবৃদ্ধির জন্য ইহা একটি নিতান্ত প্রয়োজনীয় এবং অপরিহার্য অংগ।

Q. 15. Describe the functions of a flower.

Ans. ফল ও বীজ উৎপন্ন করিয়া গাছের বংশরক্ষা ও বংশবৃদ্ধি করাই ফুলের প্রধান কার্য। পুংকেশরস্থিত পরাগ, গর্ভমুণ্ডের উপর পতিত হইলে উহা গর্ভমুণ্ডের রসের সাহায্যে **পরাগনল** (Pollen tube) উৎপন্ন করে। পরাগনল গর্ভদণ্ডের ভিতর দিয়া গর্ভকোষে এবং ডিম্বক-রন্ধ্রের ভিতর দিয়া ডিম্বকোষে (Ovule) প্রবেশ করে। এইস্থানে পুংজননকোষ ও স্ত্রীজননকোষের মিলন হয়। এই মিলনকেই **নিষেক** (Fertilisation) বলে। নিষিক্ত হওয়ার ফলে গর্ভকোষ ফলরূপে এবং ডিম্বকোষ বীজে পরিণত হয়। বীজের মধ্যে **ভ্রূণ** (Embryo) থাকে এবং উহা হইতেই নূতন গাছ জন্মে। এই প্রকারে ফুলের সাহায্যে গাছের বংশরক্ষা ও বংশবৃদ্ধি ঘটে।

Q. 16. What are the different methods by which pollination is effected ?

Ans. ফুলের গর্ভকোষের মস্তকে পরাগ পতিত হওয়াকেই **পরাগ-সংযোগ** (Pollination) বলা হয়। পরাগ-সংযোগ দুইপ্রকার—১। **স্বকীয় পরাগান্বয়** (Self-pollination) এবং ২। **সংকর পরগান্বয়** (Cross-pollination)। কোন পুষ্পের পরাগ যদি সেই পুষ্পেরই গর্ভমুণ্ডে পতিত হইয়া গর্ভাধান ক্রিয়া

সম্পন্ন করে, তবে তাহা স্বকীয় পরাগাধ্বয়। কিন্তু কোন পুষ্পের পরাগ যদি অন্য কোন পুষ্পের গর্ভমুণ্ডে পতিত হইয়া গর্ভাধান ঘটায়, তবে তাহা সংকর পরাগাধ্বয়।

পরাগ-সংযোগ পাঁচপ্রকারে ঘটিয়া থাকে—

(১) **কীটপতংগ প্রভৃতির সাহায্যে** (Entomophilous),—মধু, পরাগ প্রভৃতি আহার্য সংগ্রহের জন্য কীট-পতংগ একফুল হইতে অন্য ফুলে উড়িয়া বেড়ায়। উহাদের গমনাগমনে পরাগ সংযোগ ঘটে। কীট পতঙ্গ প্রভৃতির সাহায্যে যে সকল ফুলের পরাগ-সংযোগ ঘটে তাহারা সাধারণতঃ সুন্দর গন্ধ, উজ্জ্বল রং ও মিষ্টরসবিশিষ্ট হয়। উহাদের পরাগ ও গর্ভমুণ্ড আটাল ও কাঁটাযুক্ত। শসা, বেগুণ, মটর, গোলাপ প্রভৃতির ফুল এই ধরণের।

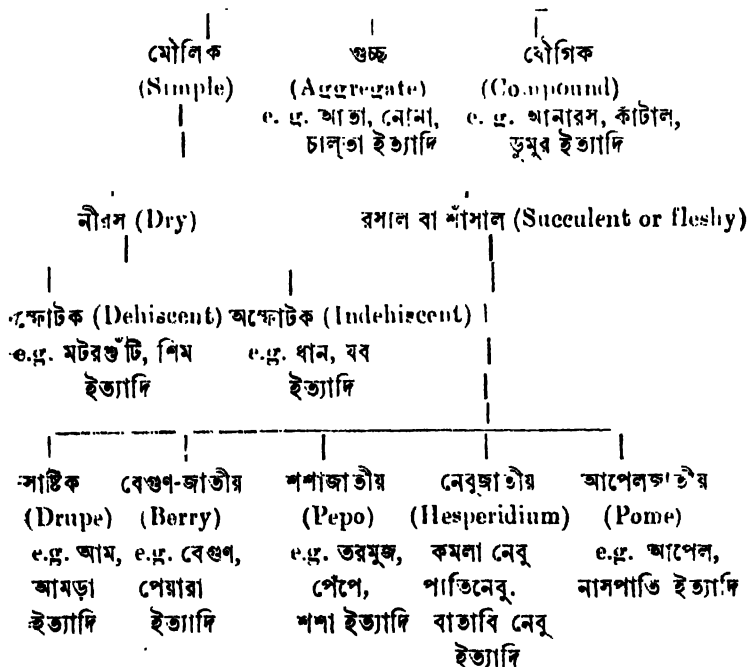
(২) **বায়ু দ্বারা** (Anemophilous),—আম, নারিকেল, পিটুলি, লিচু, জাম, জামরুল প্রভৃতির ফুলে বায়ুদ্বারা পরাগ-সংযোগ ঘটে। যে সকল ফুলে বায়ুদ্বারা পরাগ-সংযোগ ঘটে তাহাদের বর্ণ-বৈশিষ্ট্য, গন্ধ ও মধু থাকে না; পরাগ আটাহীন, শুষ্ক ও হাল্কা এবং অনেক পরিমাণে উৎপন্ন হয়; গর্ভমুণ্ড বড়, শাখাযুক্ত এবং কেশান্বিত হইয়া থাকে। পরাগ-সংযোগ কালে এই সকল গাছের পাতা প্রায় ঝরিয়া যায়।

(৩) **পাখী দ্বারা** (Ornithophilous),—কৃষ্ণচূড়া, রাধাচূড়া, শিমুল প্রভৃতির ফুলে পাখীদ্বারা পরাগ-সংযোগ ঘটে। এই সকল গাছে থোলো থোলো টক্‌টকে লাল ফুল হয় এবং কাক শালিক প্রভৃতি পাখীদ্বারা পরাগ সংযোগ ঘটে। পরাগ-সংযোগ কালে এই সকল গাছের পাতা খসিয়া পড়ে।

(৪) **অন্য প্রাণী দ্বারা** (Zoo-philous),—পালতে, মাদার প্রভৃতি ফুলে কাঠবিড়াল প্রভৃতির দ্বারা পরাগসংযোগ ঘটিয়া থাকে।

(৫) **জল দ্বারা** (Hydrophilous),—জলজ উদ্ভিদের ফুলে পরাগ-সংযোগ প্রায়ই জলের সাহায্যে ঘটিয়া থাকে। পাটা শেওলার (Vallisnaria Spiralis) ফুলে জলদ্বারা পরাগ-সংযোগ হয়।

Q 17. How would you classify fruits in higher plants?

Ans. পরাগসংযোগের ফলে পুংজনন-কোষদ্বারা স্ত্রীজনন-কোষ নিষিক্ত হইলে, গর্ভকোষ ফলরূপে এবং ডিম্বকোষ বীজে পরিণত হয়। ফলের আবরণ (খোসা) স্থূল হইলে তাহাতে পর পর তিনটি স্তবক দেখিতে পাওয়া যায়—(১) **বাহিরের স্তবক** (Epi-carp) (২) **মাঝের স্তবক** (Meso-carp) (৩) **ভিতরের স্তবক** (Endo-carp) এই তিনটি স্তবককে একসংগে পেরিকার্প (Pericarp) বলা যায়। নিম্নে ফলের বিভাগ দেখান হইল—

Q. 18. Describe the edible parts of the following fruits: (a) brinjal, guava, (b) plantain, cucumber, water melon (c) orange (d) apple (e) custard apple (f) chalta (g) jack fruit (h) fig (i) pine apple (j) litchi (k) cocoa-nut and (l) mango.

Ans. (a) **বেগুন, পেয়ারা,**—ইহাদের বাহিরের স্তর (Epicarp), মধ্যের স্তর (Mesocarp) এবং ভিতরের স্তর (Endocarp)—এই তিনটি স্তরই খাওয়া হয়।

(b) **কলা, শশা, তরমুজ,**— আমরা ইহাদের মধ্যের স্তরটি (Meso-carp) এবং ভিতরের স্তরটি (Endo-carp) খাইয়া থাকি।

(c) **কমলা লেবু,**—ইহার ভিতরের স্তর (Endo-carp) পাতলা এবং উহার ভিতরদিকের গায়ে রসপূর্ণ কেশ থাকে। ইহার এই রসপূর্ণ কেশই আমরা খাইয়া থাকি।

(d) **আপেল,**—ইহাদের রসাল পুষ্পাধার (Thalamus) খাদ্যরূপে ব্যবহৃত হয়।

(e) **আতা,**—ইহা একটি বিশেষ ধরণের গুচ্ছ ফল। নিষিক্তকরণের পর ইহাদের গর্ভকেশরগুলি হইতে পৃথক্ পৃথক্ অনেকগুলি রসাল ফল জন্মে, কিন্তু পাকিবার সময় উহাদের আগাগুলি জুড়িয়া গিয়া একটিমাত্র ফলের আকার ধারণ করে। ইহাদের ভিতরের গর্ভকোষের রসাল আবরণ আমরা খাইয়া থাকি।

(f) **চালতা,**—ইহাও একটি বিশেষ ধরণের গুচ্ছফল। ইহাদের বৃতি (Persistant calyx) বড় ও রসাল হয় এবং ফলকে জড়াইয়া থাকে। এই রসাল বৃতিই খাদ্যরূপে ব্যবহৃত হয়।

(g) কাঁঠাল,—ইহা একটি যৌগিক ফল। ইহার গায়ে যে কাঁটা দেখা যায় তাহাদের প্রত্যেকটি এক একটি ফুলের গর্ভদণ্ড। কাঁটালের মধ্যস্থিত মোটা দণ্ডটি মঞ্জরীর শীষ (Rachis of the inflorescence)। এই দণ্ডের গায়ে যে কোয়া লাগান থাকে, তাহা ফুলের বীজকোষ হইতে উৎপন্ন এবং উহাই খাদ্যরূপে ব্যবহৃত হয়। এই কোয়ার মধ্যে বীজ থাকে। কাঁঠালের যাহা ভূতুড়ি তাহা অনিষিক্ত ফুলের আবরণ।

(h) ডুমুর,—ইহাও একটি যৌগিক ফল। ইহার আকার ঘটির মত। ঘটির ভিতরের গায়ে ছোট ছোট ফুল হইতে ছোট ছোট দানার মত ফল উৎপন্ন হয়। ঘটির আকৃতিবিশিষ্ট ইহার মঞ্জরী-দণ্ড (Rachis) আমরা খাইয়া থাকি।

(i) আনারস,—ইহা আর একটি যৌগিক ফল। ইহার গায়ে যে ছয় কোণা "চোখ" দেখিতে পাওয়া যায়, তাহা এক একটি ফুল হইতে উৎপন্ন। ইহার ভিতরের দণ্ডাকৃতি কঠিন অংশই মঞ্জরীর দণ্ড (Rachis)। ছাল ছাড়াইলে, যে রসাল অংশ বাহির হয় তাহা ফুলের নীচেকার অংশ হইতে উৎপন্ন এবং উহাই খাদ্যরূপে গৃহীত হয়।

(j) লিচু—,ইহার বাহিরের স্তর (Epicarp) ও মধ্যের স্তরের (Mesocarp) মিলনে বাহিরের ছালটি (খোসা) উৎপন্ন হইয়া থাকে। ভিতরের স্তর (Endo-carp) কাগজের মত পাতলা। ইহার ভিতরের স্তর ও বীজের মধ্যবর্তী শাদা শাঁসাল অংশই (Aril) খাদ্য।

(k) নারিকেল,—ইহার ছোবড়া, বাহিরের ও মধ্যের স্তরের মিলনে উৎপন্ন। কঠিন খোলটিই ভিতরের স্তর (Endo-carp)। খোলের ভিতর জল এবং শাদা শাঁসভরা বীজ। বীজের ঐ শাদা সার আমরা খাইয়া থাকি।

(l) আম,—ইহার বাহিরের স্তরই (Epicarp) ছাল; মধ্যের স্তরের (Mesocarp) রসাল অংশ আমরা খাইয়া থাকি। ইহার আঁটিই (Stone) ভিতরের স্তর (Endo-carp) এবং উহারই ভিতর বীজ থাকে।

(m) খেজুর,—ইহার বাহিরের স্তর (Epicarp) লাল ও চক্‌চকে। মধ্যের স্তর (Mesocarp) খাদ্যরূপে ব্যবহৃত হয়। ইহার পরেই যে শাদা পর্দা থাকে তাহা ভিতরের স্তর (Endo-carp)। ইহারই ভিতর বীজ বা আঁটি থাকে।

Q. 19. Give an account of the importance of seed-distribution and describe the several methods adopted by plants for the purpose.

Ans. (i) গাছের বংশরক্ষা ও বংশবৃদ্ধির জন্য **বীজের বিস্তার** (Seed-distribution) একান্তই আবশ্যক। গাছের বীজগুলি যদি একই স্থানে (গাছের তলায়) পড়ে এবং ঐস্থান যদি বীজের অংকুরণের পক্ষে অনুপযুক্ত হয়, তবে বীজ অংকুরিত হয় না এবং গাছের বীজোৎপাদনের সকল উদ্দেশ্যই ব্যর্থ হইয়া যায়। আবার অনুকূল অবস্থায় বীজ অংকুরিত হইলেও উপযুক্ত আলোক, বাতাস বা খাদ্যের অভাবে শিশু উদ্ভিদ্‌গুলি বর্ধিত হইতে পারে না; অধিকন্তু জীবনরক্ষার জন্য পরস্পর মারামারি করিয়া ধ্বংসপ্রাপ্ত হয়। বীজগুলি যদি একস্থানে না পড়িয়া নানাস্থানে ছড়াইয়া পড়ে তবে অনুকূল অবস্থায় পড়িয়াছে এমন কতকগুলি বীজও অন্তত ভালভাবে অংকুরিত হইয়া গাছের বংশরক্ষা ও বংশবৃদ্ধি করিতে পারে। তাই, বীজগুলি যাহাতে নানাস্থানে ছড়াইয়া পড়িতে পায়, গাছ সর্বদাই তাহার ব্যবস্থা করে।

(ii) এই উদ্দেশ্যে উদ্ভিদ্‌জগতে বীজের বিস্তারের জন্য যে সকল কৌশল দেখা যায়, নিম্নে তাহাদেরই কয়েকটির বিবরণ দেওয়া হইল,—

স্ফোটক ফলের সাহায্যে বীজের বিস্তার (Dispersal by explosive fruits)—দোপাটি, শেফালিকা, আমরুল প্রভৃতির ফল পাকিলে এরূপ জোরে ফাটে যে বীজগুলি বহুদূরে গিয়া পড়ে।

বাতাসের সাহায্যে বীজের বিস্তার (Dispersal by wind) —শিমুল, কার্পাস, আকন্দ, পাইন, শাল প্রভৃতির বীজ বাতাসের সাহায্যে

বিস্তৃতিলাভ করে। ইহাদের বীজগুলি খুব হালকা এবং উহাদের কাহারও কাহারও গায়ে কেশের গোছা বা পাখনা থাকে।

জীব জন্তুর সাহায্যে বীজের বিস্তার (Dispersal by birds and animals),—(i) আম, জাম, লিচু প্রভৃতি ফল রসাল এবং সুমিষ্ট। মানুষ এবং অন্যান্য পশুপক্ষী উহাদিগকে খাইয়া উহাদের বীজ দূরে ফেলিয়া দেয়। (ii) আপাং, চোরকাঁটা প্রভৃতির কাঁটাযুক্ত ফল এবং পুনর্নবা প্রভৃতির আঠাযুক্ত ফল, জীবজন্তুর গায়ে আটকাইয়া যায় এবং উহাদের দ্বারা স্থানান্তর প্রাপ্ত হয়। (iii) জলজ উদ্ভিদের বীজ, কাদাখোঁচা, হাঁস, বক প্রভৃতির দ্বারা বিস্তৃতিলাভ করে। (iv) কুঁচ, নটকান প্রভৃতি ফলের বীজ দেখিতে অতিশয় সুন্দর। কোন কোন পাখী খাদ্য ভাবিয়া উহাদিগকে লইয়া যায় এবং অবশেষে নিজেদের ভ্রম বুঝিতে পারিয়া দূরে ফেলিয়া দেয়। (v) খেজুর, এবং বট ও অশ্বত্থ প্রভৃতির বীজ পশুপক্ষিসকল হজম করিতে পারে না ; ঐ ফলসকল খাইয়া উহারা যেস্থানে মলত্যাগ করে, বীজগুলি সেই স্থানে পতিত থাকে।

জলের সাহায্যে বীজের বিস্তার (Dispersal by water),—জলজ উদ্ভিদ্ এবং নারিকেল প্রভৃতির ফল ও বীজ জলের সাহায্যে দেশ দেশান্তরে নীত হয়। ইহাদের জলে ভাসিবার এবং জলে আত্মরক্ষা করিবার বহুবিধ কৌশলও দেখিতে পাওয়া যায়।

Q. 20. How do plants protect themselves from injurious animals ?

Ans. অপকারী জীবজন্তুর হাত হইতে আত্মরক্ষা করিবার জন্য উদ্ভিদ্জগতে যে সকল কৌশল দেখা যায় নিম্নে তাহাদেরই কয়েকটির বিবরণ দেওয়া হইল—

(১) শিয়ালকাঁটা, ফনিমনসা, আনারস প্রভৃতির পাতা বা পাতার কিয়দংশ কাঁটায় (Spines) রূপান্তরিত হয়। (২) বেগুন, গোলাপ প্রভৃতির পাতার উপর বা কাণ্ডে কাঁটা (Prickles) জন্মে। (৩) বেল, শিয়াকুল প্রভৃতির শাখা প্রশাখা

কাঁটায় (Throns) রূপান্তরিত হয়। (৪) বিছুটি, আলগুশিলতা প্রভৃতির গায়ে বিষাক্ত এ্যাসিডপূর্ণ কেশ জন্মে। (৫) ওল, কচু প্রভৃতির কোষে সূচাকৃতি র‍্যাফাইড (Needle-shaped raphides) থাকে। (৬) করবী প্রভৃতির বিশেষ বিশেষ টিস্যুতে (Laticiferous tissues) বিষাক্ত বা তিক্ত রস বা দুগ্ধ (Milky-latex) থাকে। (৭) গাঁদাল প্রভৃতি গাছের এমন দুর্গন্ধ যে তাহাদের কাছে কোন প্রাণীই যাইতে চায় না। (৮) নিম প্রভৃতি গাছ, তিক্ত কাণ্ড ও পাতার সাহায্যে আত্মরক্ষা করে। (৯) উলু প্রভৃতি গাছের পাতার ধারগুলি খুব ধারাল বলিয়া কেহ উহাকে খাইতে চায় না। (১০) বাবলা প্রভৃতি গাছ আত্মরক্ষার জন্য একদল লাল পিঁপড়া পুষিয়া থাকে। (১১) কোন কোন গাছের আকার সাপ বা ঐরূপ কোন ভীতি-জনক জীবজন্তুর আকার সদৃশ হয় (Mimicry)। (১২) যে সকল গাছের ছাল খুব পুরু এবং কঠিন, কোন জীবজন্তু তাহাদের গায়ে গা ঘষিয়া বিশেষ কিছু ক্ষতি করিতে পারে না।

Q. 21. Give an account of the influence of light upon plants.

Ans. উদ্ভিদ্ জীবনের উপর আলোকের প্রভাব—(১) আলোক ব্যতীত অংগারাত্মকরণ (Carbon assimilation) চলিতে পারে না। (২) আলোক না পাইলে গাছে সবুজকণা জন্মিতে পারে না। (৩) আলোকের অভাবে নাইট্রোজেন-পরিপাক কার্যও হইতে পারে না। (৪) আলোকের দীপ্তির তারতম্যে প্রস্বেদনেরও হ্রাসবৃদ্ধি ঘটে। (৫) আলোকের অভাবে প্রোটোপ্লাজমের (Protoplasm) সম্যক্ পরিপুষ্টি হয় না এবং দীর্ঘকাল আলোক না পাইলে উহার সকল ক্রিয়া বন্ধ হইয়া যায়। (৬) আলোকের সংস্পর্শে গাছের বৃদ্ধি (Growth) ব্যাহত হইলেও গাছ বেশ সতেজ হয়। আলোক না পাইলে গাছ অস্বাভাবিকরূপে বাড়িয়া উঠে এবং ঈষৎ হরিদ্রাভ (Etiolated) হয়। (৭) গাছের কাণ্ড আলোকের অভিমুখে ধাবিত হয় (Positively heliotropic) এবং মূল আলোক হইতে দূরে সরিয়া যায় (Negatively heliotropic).

Q. 22. Describe the chief food-elements of plants and show how they are obtained and utilised.

Ans. (i) জীবমাত্রই আহার করিয়া দেহের পরিপোষণ বা পুষ্টিসাধন (Nutrition) করে। উদ্ভিদ্‌জগতেও ইহার ব্যতিক্রম হয় না। তাহারাও নানা উপায়ে আহার্য সংগ্রহ করে এবং উহাদের সাহায্যে দেহের ক্ষয়পূরণ এবং পুষ্টিসাধন করিয়া থাকে। **কার্বন, অক্সিজেন, হাইড্রোজেন, নাইট্রোজেন, সালফার, ফস্‌ফরাস, আয়রন, ম্যাগনেসিয়াম, ক্যালসিয়াম, পটাসিয়াম**—এইগুলিই গাছের প্রধান খাদ্যোপাদান। গাছের সম্যক্ পরিপুষ্টির জন্য ইহাদের আবশ্যকতা অপরিহার্য। (ii) প্রধানতঃ মাটি, জল ও বাতাস হইতেই গাছ এই উপাদানগুলি সংগ্রহ করিয়া থাকে। বৃক্ষাদনী (Parasites) গাছ সকল অন্য গাছের দেহ হইতে এবং কীটভোজী (Insectivorous) গাছ সকল কীটপতংগের দেহ হইতে খাদ্যোপাদান সংগ্রহ করে। উপাদানগুলি উদ্ভিদদেহে কি কি কার্যে ব্যবহৃত হয়, নিম্নে তাহার বিবরণ দেওয়া হইল—

অক্সিজেন,—(i) বাতাস হইতে গৃহীত অক্সিজেন শ্বাসকার্যে ব্যবহৃত হইয়া গাছের জীবন রক্ষা করে। (ii) মৃত্তিকাস্থিত নাইট্রেট (Nitrate) হইতে এবং জল হইতে গৃহীত অক্সিজেন দ্বারা শর্করা, ষ্টার্চ, এবং প্রোটিড্ প্রভৃতি প্রস্তুত কার্য সাধিত হয়।

কার্বন,—অংগারাত্মকরণ-কালে বাতাসের কার্বন-ডাই-অক্সাইড হইতে গৃহীত হয়। ইহা শর্করাজাতীয় খাদ্য প্রস্তুতের জন্য ব্যবহৃত হইয়া থাকে।

হাইড্রোজেন,—মৃত্তিকাস্থিত লবণ ও জল হইতে গৃহীত হয় এবং শর্করাজাতীয় খাদ্যোৎপাদনে ব্যবহৃত হয়।

নাইট্রোজেন,—মৃত্তিকাস্থ লবণ হইতে গৃহীত হয় এবং প্রোটিড (Proteid) নির্মাণে ব্যবহৃত হয়।

অঙ্গিন,—মৃত্তিকাস্থ লবণ হইতে গৃহীত হয়, এবং সবুজকণিকা উৎপাদনে সাহায্য করে।

সাল্‌ফার ও ফস্‌ফরাস,—মৃত্তিকাস্থিত সাল্‌ফেট (Sulphate) ও ফস্‌ফেট (Phosphate) হইতে গৃহীত হয়, এবং প্রোটিড, প্রোটোপ্লাজ্‌ম্‌ প্রভৃতি প্রস্তুত করে।

ক্যাল্‌সিয়াম, ম্যাগ্‌নেসিয়াম ও পটাসিয়ম্‌,—মৃত্তিকা হইতে গৃহীত হয়, এবং বিষাক্ত এ্যাসিড সমূহ নষ্ট করে।

Q. 23. Give an account of the various ways in which climbing plants attach themselves to their supports.

Ans. কোমল কাণ্ডবিশিষ্ট উদ্ভিদ্‌সমূহ নিম্নলিখিতরূপে আশ্রয়ের সাহায্যে উপরে উঠে—(১) তরুলতা, ঢোলকলমী প্রভৃতির কাণ্ড আশ্রয়ের গায়ে জড়াইয়া উপরে উঠে। (২) পান, গোলমরিচ প্রভৃতির কাণ্ড হইতে একপ্রকার আস্থানিক মূল বাহির হয়; এই মূলগুলি আশ্রয়ের দেহের মধ্যে প্রবিষ্ট হইয়া গাছকে উহার গায়ে দৃঢ়সংলগ্ন করে। এই প্রকারে উহারা আশ্রয়ের সাহায্যে উপরে উঠে। (৩) উলটচণ্ডালের পাতার অগ্রভাগ আকর্ষে পরিণত হয় এবং মটর ও খেসারি প্রভৃতির কোন কোন পাতা সম্পূর্ণভাবেই আকর্ষে রূপান্তরিত হয়। এই আকর্ষের সাহায্যে উহারা আশ্রয়ের উপর ভর দিয়া উপরে ওঠে। (৪) ক্লেমেটিস্‌ (Clamatis) প্রভৃতিতে পাতার বোঁটা আশ্রয়কে জড়াইয়া ধরে এবং এইরূপে গাছ উপরে উঠে। (৫) লাউ, ঝুমকালতা, কুমড়া প্রভৃতির পাতা বা কাণ্ড আকর্ষে পরিণত হয় এবং উহাদেরই সাহায্যে আশ্রয় ধরিয়া গাছ উপরে উঠে। (৬) বাগান-বিলাস প্রভৃতিতে কাণ্ডের গায়ে নীচের দিকে বাঁকা অসংখ্য কাঁটা জন্মে; উহারা গাছকে আশ্রয় হইতে পড়িয়া যাইতে দেয় না। (৭) কাঁটালী চাঁপা প্রভৃতি, হুকের (Hook) সাহায্যে আশ্রয় ধরিয়া উপরে উঠে।

Q. 24. Describe the life history of the rice-plant.

Ans. আমাদের দেশে আউস, আমন ও বোরো—এই তিন রকমের ধান দেখিতে পাওয়া যায়। ধান ঘাস-জাতীয় গাছ। ধানকে সাধারণত বীজ বলিয়া মনে হইলেও প্রকৃতপক্ষে উহা বীজ নহে। উহা ধানগাছের ফল। ইহার নীচের দিকে দুইটি ছোট ছোট সাদা আঁশ এবং উহার পরেই অসমান আকারের দুইটি তুষদ্বারা গঠিত ধানফলের বহিরাবরণ বা খোসা। খোসা ছাড়াইয়া ফেলিলে লাল রঙের যে পাতলা স্তর দেখিতে পাওয়া যায় তাহা ফলের ভিতরের আবরণ এবং বীজের বহিরাবরণের মিলনে গঠিত। **বহিঃসার** (Albuminous) বলিয়া চাউলের (ধানের বীজ) সমস্ত অংশেই সার থাকে। বীজের নীচে এক কোণে একটি ছোট ভ্রূণ। একটিমাত্র বীজপত্র ভ্রূণকে ঘেরিয়া থাকে। এই বীজপত্রকে **স্কুটেলাম** (Scutellum) বলা হয়।

বীজের অংকুরণ,—উপযুক্ত জল, বাতাস এবং তাপ পাইলে তিন চারদিনেই ধানের বীজ অংকুরিত হয়। ভাবীমূল (Radical) বর্দ্ধিত হইয়া মাটিতে প্রবেশ করে এবং গুচ্ছমূলের (Fibrous root) আকার ধারণ করে এবং ভাবীকাণ্ড (Plumule) বড় হইয়া উপরদিকে উঠিয়া যায়। অংকুরের সহিত সংলগ্ন হইয়া বীজ কয়েক সপ্তাহ মাটির নীচে থাকে। ইহা মৃত্তিকাস্থ বা Hypogeal অংকুরোদ্গমের উদাহরণ।

কাণ্ড,—ধানগাছের কাণ্ডগুলি গোলাকার, সরল, সরু, দীর্ঘ এবং গাঁইট ও ফাঁপা পাব যুক্ত। **পত্র,**—ধানগাছের পাতাগুলি সরু, দীর্ঘ, সূচাগ্র ও সমান্তরাল-শির বিশিষ্ট। কাণ্ডের এক একটি গাঁইটে একটিমাত্র মৌলিক পাতা বাহির হয়। পাতাগুলি পর্য্যায়ক্রমে সাজান থাকে। পাতাগুলির গোড়া বেষ্টনীর আকারে গাঁইটের উপরিস্থিত পাবকে ঘিরিয়া থাকে। বেষ্টনী ও ফলকের সংযোগস্থলের ভিতর দিকে শল্কের ন্যায় **লিগিউল** (Ligule) নামক উপপত্র থাকে।

পুষ্প—ধানগাছের মাথায় শীষ বাহির হইয়া শাখা প্রশাখায় বিভক্ত হয়। প্রত্যেক শাখায় কয়েকটি বৃন্তহীন ফুল জন্মে। প্রত্যেক ফুলে চারিটি পৌষ্পিক পত্র (Bract)। পৌষ্পিক পত্রগুলির মধ্যে নীচের দুইটি অতি ক্ষুদ্র এবং উপরের দুইটি অপেক্ষাকৃত বড়। নীচের দুইটি এবং উপরের যেটির কোলে ফুল থাকে—এই তিনটিকে গ্লুম্ (Glume) বলা হয় এবং চতুর্থ টিকে পেলিয়া (Palea) বলা হইয়া থাকে। ধানফুলের বৃতি ও দল, দুইটি অতি-সূক্ষ্ম লডিকিউলে (Lodicule) রূপান্তরিত হয়। লডিকিউলের উপরেই দুইটি আবর্তে (Whorl) তিনটি তিনটি করিয়া ছয়টি পুংকেশর। ইহার উপরেই একটি গর্ভকেশর। গর্ভদণ্ড খুব ছোট, উহাতে পালকের মত দুইটি গর্ভমুণ্ড থাকে।

বাতাসের সাহায্যেই সাধারণতঃ ধানফুলের পরাগ-সংযোগ হয়। পরাগসংযোগ হইলে পুংবীজদ্বারা স্ত্রীজননবীজ নিষিক্ত হয় এবং গর্ভকোষ ফলে পরিণত হয়। এই ফলকেই ধান বলা হয়। ফুলের কোমল অংশগুলি নষ্ট হইয়া যায়। তৃতীয় ও চতুর্থ পৌষ্পিক পত্র তুঁষে পরিণত হয় এবং প্রথম ও দ্বিতীয় পৌষ্পিক পত্র শাদা আঁশের আকারে ধানের সহিত যুক্ত থাকে।

ধান পাকিবার পর গাছ মরিয়া যায়।

Q. 25. Describe the life-history of Pea.

Ans. **মটরবীজ**—যাহাকে মটরশুঁটি বলা হয় তাহাই মটরের ফল। ঐ শুঁটির মধ্যেই মটরের বীজ থাকে। মটর বীজের বহিরাবরণের গাত্রে প্রবীজ-নাভির চিহ্ন (Hilum) এবং একটি অতি সূক্ষ্ম ছিদ্র থাকে ; এই ছিদ্রই ডিম্বকরন্ধ্র বা Micropyle। বহিরাবরণ বা Testa ছাড়াইয়া ফেলিলেই ভ্রূণ (Embryo) বাহির হয়। ভ্রূণ পরীক্ষা করিলে দুইটি অর্ধ-গোলাকার পীতাভ পাতা দেখিতে পাওয়া যায়। ইহাদিগকে বীজপত্র বা Cotyledon বলা হয়। ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র বৃন্তের সাহায্যে উহারা ভ্রূণদণ্ডের সহিত যুক্ত থাকে। ভ্রূণদণ্ডের উপরের ঈষৎ-বক্র অংশকে—ভ্রূণকাণ্ড (Plumule) বলা হয় এবং উহার নীচের সরু, সরল ও শাদা অংশকে ভ্রূণমূল (Radical) বলা হয়। ভ্রূণে

দুইটি বীজপত্র থাকে বলিয়া মটর গাছ দ্বিবীজপত্রী (Dicot) উদ্ভিদদের অন্তর্গত।

বীজের অংকুরণ,—পরিমিত জল, বাতাস ও উত্তাপ পাইলে মটরের বীজ দুই তিন দিনেই অংকুরিত হয়। ভ্রূণমূল ডিম্বকরন্ধ্র দিয়া বাহিরে আসে এবং প্রধান মূলের (Tap root) আকার ধারণ করে। ভ্রূণের কাণ্ড খোসা ভেদ করিয়া উপরের দিকে বাড়িয়া যায়। বীজ অনেক দিন পর্যন্ত মাটির নীচে অংকুরের সহিত যুক্ত ভাবে থাকে। ইহা মৃত্তিকাস্থ (Hypogeal) অংকুরোদ্গমের উদাহরণ।

কাণ্ড—মটর গাছের কাণ্ড নরম, গোল এবং ফাঁপা। **পত্র**—পত্র সকল যৌগিক এবং বহুফলকী, পক্ষাকার ও জালশিরাবিশিষ্ট। পাতার গোড়ায় দুইটি বড় বড় উপপত্র আছে। প্রত্যেক পাতায় কয়েক জোড়া অনুফলক থাকে এবং উহাদের আগার অনুফলকগুলি আকর্ষে (Tendril) রূপান্তরিত হয়। **পুষ্প**—ইহার বৃতি (Calyx) সবুজ রঙের বাটির মত। দল (Corolla) বেগুনী বা নীলবেগুনী রঙের। ইহাতে পাঁচটি পাপড়ি থাকে। সবচেয়ে বড় পাপড়িটিকে **পতাকা** বা **ধ্বজা** (Standard) বলা হয়। পতাকার দুই পাশে দুইটি ডানার মত পাপড়ি—**পক্ষ** (Wings), এবং ডানাদুইটির মাঝে, সামনের দিকে, দুইটি সামান্য-জোড়া পাপড়ি—**নৌকা** (Keel)। দশটি পুংকেশরের মধ্যে একটি পৃথক্‌ভাবে থাকে এবং অপর নয়টি পরস্পর সংযুক্ত হইয়া একটি নলের আকার ধারণ করে। এই নলের মধ্যে একটিমাত্র গর্ভকেশর থাকে। ইহার গর্ভমুণ্ড আঠাল, গর্ভদণ্ড ক্ষুদ্র এবং গর্ভকোষটি দীর্ঘাকার হইয়া থাকে।

পরাগ-সংযোগের ফলে পুংবীজদ্বারা স্ত্রীজননকোষ নিষিক্ত হইলে, গর্ভকোষ ফলে এবং ডিম্বকোষ বীজে পরিণত হয়। বীজ পাকিলে শুঁটির আবরণ ফাটিয়া যায় এবং বীজ খসিয়া পড়ে।

Q. 26. Describe the special characteristics of the living and illustrate your answer with examples from the plant world.

Ans. সজীব পদার্থের বিশেষত্ব—

(১) চলাফিরা করিবার শক্তি (Locomotion),—সজীব মাত্রেই চলা ফিরা করিতে পারে। ব্যাকটিরিয়া ও কতকগুলি শেওলা ব্যতীত অন্য কোন উদ্ভিদ্ সাধারণ ভাবে চলা ফিরা না করিতে পারিলেও ইহাদের অংগ প্রত্যংগ স্থির নহে। নিম্নের উদাহরণ সাহায্যে ইহা ভাল ভাবেই বুঝিতে পারা যাইবে—

(i) গাছের কাণ্ড, আলোকের দিকে ধাবিত হয়।

(ii) গাছের মূল, খাদ্যোপাদান সংগ্রহের জন্য মাটির নীচে বহুদূর পর্যন্ত চলিয়া যায়।

(iii) কোন কোন কোমল কাণ্ড বিশিষ্ট গাছ, আলোকের প্রত্যাশায় অন্য কোন আশ্রয় ধরিয়া উপরে উঠে।

(iv) লজ্জাবতীর পাতা, স্পর্শমাত্রেই বুজিয়া নুইয়া পড়ে।

(v) কোন কোন জলজ উদ্ভিদের কোষে প্রোটোপ্লাজ্‌মের আবর্তনগতি ও প্রবাহগতি বেশ স্পষ্ট দেখিতে পাওয়া যায়।

(২) শ্বাসকার্য (Respiration)—সজীব মাত্রেই দিবারাত্র শ্বাসকার্য চলে। এই সময় ইহারা প্রশ্বাসে অক্সিজেন গ্রহণ করিয়া নিশ্বাসে কার্বনডাই-অক্সাইড পরিত্যাগ করে। উদ্ভিদের মধ্যেও এই শ্বাসকার্য পূর্ণ মাত্রায় চলিতে দেখা যায়। উদ্ভিদের শ্বাসকার্যের জন্য ১২শ-সংখ্যক প্রশ্নের উত্তর দেখ।

(৩) পরিপোষণ (Nutrition)—খাদ্যাদির সাহায্যে সজীব মাত্রেই দেহের পরিপোষণ করিয়া থাকে। উদ্ভিদ জগতেও ইহার ব্যতিক্রম হয় না। উদ্ভিদের পরিপোষণের জন্য ৯ম-সংখ্যক প্রশ্নের উত্তর দেখ।

(৪) বৃদ্ধি (Growth)—সজীব মাত্রেই বৃদ্ধিপ্রাপ্ত হয়। উদ্ভিদেরও বৃদ্ধি আছে। উহারা খাদ্য গ্রহণ করিয়া তাহা পরিপাক করে। ঐ পরিপক্ব খাদ্য দেহসাৎ হইলে কোষস্থিত প্রোটোপ্লাজ্‌মের পুষ্টি ঘটে বা নূতন প্রোটোপ্লাজ্‌ম উৎপন্ন হয়। কোষগুলি ক্রমাগত বিভক্ত হইতে থাকে; বহু কোষ সৃষ্ট হয় এবং ফলে দেহের বৃদ্ধি সাধিত হয়। উদ্ভিদের কাণ্ডের অগ্রভাগে এবং মূলের

অগ্রভাগের নিকটবর্তী অংশেই সর্বাপেক্ষা বেশী বৃদ্ধি দেখিতে পাওয়া যায়। আলোক, উত্তাপ, বায়ুর আর্দ্রতাদি, জল ও মাটির অবস্থা—এই সকলের উপর উদ্ভিদ্‌দেহের বৃদ্ধি নির্ভর করে ; যথা,—

(i) আলোক,—ইহা উদ্ভিদ্দেহের বৃদ্ধির ব্যাঘাত জন্মায়। কোন উদ্ভিদ্‌কে অন্ধকারে রাখিলে উহা যে-পরিমাণে বৃদ্ধি পায় আলোকে রাখিলে তাহা অপেক্ষা অনেক কম বৃদ্ধি পায়। (ii) উত্তাপ,—অতিরিক্ত উত্তাপে বা অতিরিক্ত শৈত্যে গাছের বৃদ্ধি বন্ধ হইয়া যায় ; সুতরাং গাছের বৃদ্ধির জন্য পরিমিত উত্তাপের প্রয়োজন। (iii) শুষ্ক বায়ুমণ্ডল অপেক্ষা আর্দ্র বায়ুমণ্ডলের মধ্যে গাছ অধিকতর রূপে বৃদ্ধিপ্রাপ্ত হয়। বায়ুমণ্ডলে অক্সিজেনের পরিমাণ কম থাকিলেও গাছ রীতিমত বৃদ্ধি পায় না। (iv) মৃত্তিকাতে পরিমিত জল এবং যথেষ্ট সহজ-গ্রাহ্য খাদ্যোপাদান থাকিলে গাছ সমধিক বৃদ্ধি পাইয়া থাকে।

(৫) **উত্তেজনায় সাড়া দেওয়া** (Irritability or response to stimulus)—সজীব মাত্রেই উত্তেজনায় সাড়া দেয়। আলোক, উত্তাপ, মাধ্যাকর্ষণ, আদ্র'তা, স্পর্শ ও রাসায়নিক পদার্থ প্রভৃতির উত্তেজনায় গাছসকলও সাড়া দিয়া থাকে ; যথা,—

আলোক—(i) গাছের কাণ্ড আলোকের অভিমুখে ধাবিত হয় (Positively heliotropic) ; (ii) গাছের মূল আলোক হইতে দূরে সরিয়া যায় (Negatively heliotropic) ; (iii) আলোকের দীপ্তির হ্রাস বৃদ্ধির জন্য কোন কোন ফুল দিনে এবং কোন কোন ফুল রাত্রিতে ফুটে (iv) গ্রীষ্ম-কালে মধ্যাহ্ন-সূর্যের প্রদীপ্ত আলোক হইতে আত্মরক্ষা করিবার জন্য গাছের পাতা নীচের দিকে ঝুঁকিয়া পড়ে

উত্তাপ—উত্তাপের আকস্মিক পরিবর্তনে গাছ সাড়া দেয়। উত্তাপের বৃদ্ধির সহিত কোন কোন গাছের পাতা খুলিয়া যায় আবার কোন কোন গাছের পাতা বন্ধ হইয়া যায়। এই প্রকারে উহারা প্রস্বেদনকার্য নিয়ন্ত্রিত করে।

মাধ্যাকর্ষণ—গাছ, মাধ্যাকর্ষণে সাড়া দেয়। উদ্ভিদ্‌কে যেরূপ ভাবেই রাখা

থাউক না কেন উহার মূল, মাটির ভিতর দিকে (Positively geotropic) এবং কাণ্ড উহার বিপরীত মুখে (Negatively geotropic) চলে।

আর্দ্রতা—উদ্ভিদ্, জলের উত্তেজনায় সাড়া দেয়—মাটির মধ্যস্থিত মূল, যেদিকে জল থাকে সেই দিকেই ধাবিত হয় (Positively hydrotropic)।

স্পর্শ—মূলের অগ্রভাগ, আকর্ষ, পত্রবৃন্ত, কাণ্ড প্রভৃতি স্পর্শের উত্তেজনায় বিশেষ ভাবে সাড়া দেয়। মাটির মধ্যে চলিতে চলিতে কোন বাধা পাইলেই মূল বাঁকিয়া অন্য দিক দিয়া যায়। আরোহক গাছের আকর্ষ, বা পত্রবৃন্ত বা কাণ্ড, আশ্রয়ের সংস্পর্শে আসিলেই উহাকে জড়াইয়া ধরে। লজ্জাবতীর লতা স্পর্শ মাত্রই সংকুচিত হয়। ড্রসেরা প্রভৃতির কীটধরা যন্ত্র সমূহ কীটের স্পর্শ পাইলেই সাড়া দেয়।

রাসায়নিক পদার্থ—ফার্ণ গাছে ম্যালিক-এ্যাসিডে (Malic acid) পুংবীজ আকৃষ্ট হয়। মস্-গাছে (Moss) শর্করা (Cane sugar) দ্বারা পুংবীজ আকর্ষণ করা হইয়া থাকে।

(৬) বংশবিস্তার (Propagation)—সজীব পদার্থ মাত্রই বংশবিস্তার করিয়া নিজের জাতিকে ধ্বংসের হাত হইতে রক্ষা করে। উদ্ভিদ্ও নিজ নিজ বংশবিস্তার করিয়া থাকে। চার রকমে ইহাদিগকে বংশবিস্তার করিতে দেখা যায়। যেমন—

দেহাংশজ প্রজনন (Vegetative reproduction)—উদ্ভিদ্দেহের বিচ্যুত অংশবিশেষ হইতে সময় সময় নূতন গাছ জন্মে ; ইহাই উদ্ভিদের দেহাংশজ প্রজনন। উদাহরণ যথা,—

(i) মিঠে আলু প্রভৃতির শিকড় হইতে নূতন গাছ জন্মে।

(ii) অনন্তমূল প্রভৃতির ধাবক কাণ্ড (Stolon or runner) হইতে নূতন গাছ জন্মিয়া থাকে।

(iii) আলু, পিয়াজ, ওল, আদা প্রভৃতির ভূ-নিম্নস্থ কাণ্ড হইতে নূতন গাছ উৎপন্ন হয়।

(iv) শিমুলআলু, মিঠেআলু প্রভৃতির বায়বীয়-মুকুল (Bulbils) বিচ্যুত হইয়া নূতন গাছ উৎপাদন করে।

(v) শাখা প্রশাখায় কলম বাঁধিয়া কৃত্রিম উপায়ে দেহাংশজ-প্রজনন সাধিত হয়।

(vi) পাথরকুচি, হিমসাগর প্রভৃতির পাতার কিনারা হইতে নূতন গাছ জন্মে।

(vii) গাঁদা, গোলাপ প্রভৃতির ডাল কাটিয়া মাটিতে লাগাইয়া দিলে নূতন গাছ উৎপন্ন হয়।

অযৌন প্রজনন (Asexual reproduction),—কতকগুলি ক্ষুদ্র উদ্ভিদের শরীর বিভক্ত হইয়া নূতন উদ্ভিদের জন্ম হয়। ইহাই অযৌন প্রজনন; দেহাংশজ প্রজননকেও অযৌন প্রজনন বলা যাইতে পারে।

যৌন প্রজনন (Sexual reproduction),—উদ্ভিদের পুংকোষ এবং স্ত্রীকোষের মিলনের ফলে নূতন উদ্ভিদের জন্ম হয়। ইহাই যৌন প্রজনন।

উদ্ভট প্রজন (Parthenogenesis),—বিশেষ বিশেষ উদ্ভিদে পুংকোষ ও স্ত্রীকোষের মিলন না হইয়াও নূতন গাছ জন্মে। উহাকে উদ্ভট-প্রজনন বলা হয়।

(৭) **পারিপার্শ্বিক অবস্থার সহিত অভিযোজন** (Adaptation to environments)—সজীব মাত্রেই পারিপার্শ্বিক অবস্থার সহিত সামঞ্জস্য রক্ষা করিয়া জীবনধারণ করিবার ক্ষমতা দেখিতে পাওয়া যায়। উদ্ভিদ্‌ও, জলবায়ু এবং পারিপার্শ্বিক অন্যান্য অবস্থার সহিত সম্বন্ধ রাখিয়া চলিবার চেষ্টা করে। যাহারা এই সম্বন্ধ রাখিয়া চলিতে পারে না, তাহারা জীবন যুদ্ধে পরাজিত হইয়া ধ্বংস প্রাপ্ত হয়। উদ্ভিদ্ জগতে পারিপার্শ্বিক অবস্থার সহিত অভিযোজনের কয়েকটি উদাহরণ নিম্নে দেওয়া হইল—

(i) পরাগ-সংযোগ সহজসাধ্য করিবার জন্য গাছ নানাপ্রকার কৌশল অবলম্বন করিয়া থাকে। তাহারা যে-কোন পতংগকেই পরাগবহনের ভার দেয় না। যাহাদ্বারা পরাগ বাহন নিরাপদ বলিয়া মনে করে, তাহারই অনুযায়ী

ফুলের আকার হয় এবং সেই কীট বা পতংগ ভিন্ন তাহারা অন্য কাহাকেও মধু বা পরাগের সন্ধান দেয় না।

(ii) পারিপার্শ্বিক অবস্থার প্রতিকূলতার মধ্যে আত্মরক্ষার জন্যও গাছ নানা কৌশল অবলম্বন করে। কাহারও গায়ে কাঁটা, কাহারও গায়ে দুর্গন্ধ, কাহারও মধ্যে তিক্ত বা বিষাক্ত দ্রব্য থাকে এবং কেহ বা নিজেকে দূর হইতে সাপের মত (e. g. snake plant) বা মাটির ঢেলার মত দেখায় ও পশুপক্ষীকে প্রতারিত করিয়া আত্মরক্ষা করে।

(iii) জলজ উদ্ভিদের মধ্যে পারিপার্শ্বিক অবস্থার সহিত সংগতি রাখিয়া চলিবার প্রচেষ্টা বিশেষ ভাবে দেখিতে পাওয়া যায়—ইহারা সর্বাংগ দিয়া জল শোষণ করিতে পারে, তাই অত্যধিক জলশোষণ নিবারণের জন্য ইহাদের মূল, কম পরিমাণে উৎপন্ন হয়; কাহারো কাহারো মূল একেবারেই থাকে না; আবার যাহাদের মূল থাকে তাহাদের কাহারো কাহারো মূলরোম থাকে না। প্রচুর বাতাস আবদ্ধ রাখিয়া ভাসিবার সুবিধা করিবার জন্য ইহাদের কাণ্ড নরম ও ফাঁপা। ইহাদের যে পাতাগুলি জলে ডুবিয়া থাকে তাহাদের কিনারা সরু সরু অংশে কাটা থাকে; ইহাতে জলের স্রোতে উহারা সহজে ছিঁড়িয়া যায় না। জলে ভাসমান পাতাগুলির উপরের ত্বকে অনেক রন্ধ্র (Stoma) থাকে; ইহাতে অনাবশ্যক জল সহজে বাহির হইয়া যায়।

(iv) স্থলজ উদ্ভিদের মধ্যেও এই অভিযোজন কার্য দেখিতে পাওয়া যায়। মাটির মধ্যে জল ও খাদ্যের সন্ধানে ইহাদের মূলকে বহু বাধা বিঘ্নের সম্মুখীন হইতে হয়। তাই ইহাদের মূল বেশী পরিমাণেই উৎপন্ন হয় এবং উহা বহুল ভাবে শাখা প্রশাখায় বিভক্ত হয়। ইহাদের মূলের আগায় মূলত্রাণ এবং উহার ঠিক উপরেই মূলরোম থাকে। সাধারণ অবস্থায় ইহাদের জীবনধারণের জন্য কোন গঠনবৈশিষ্ট্যের প্রয়োজন হয় না, তবে যে-সকল স্থানের জলবায়ু চরমভাবাপন্ন সেই সকল স্থানে জীবনধারণের জন্য ইহাদিগকে অনেক রকম কৌশল অবলম্বন করিতে হয়।

(v) মরুজ উদ্ভিদ অভিযোজন দ্বারাই আত্মরক্ষা করে। জল অনেক নীচে থাকে বলিয়া এই সকল উদ্ভিদের মূল খুব লম্বা হয়। ভবিষ্যতে প্রয়োজন হইতে পারে এই জন্য ইহারা দেহে জল সঞ্চয় করিয়া রাখে। প্রস্বেদন ক্রিয়ায় জল যাহাতে সহজে বাহির হইয়া না যায়, সেই জন্য পাতা কম, আকারে ছোট বা কাঁটায় পরিবর্তিত হয়। পাতায় রন্ধ্রের (Stoma) সংখ্যা খুব কম এবং উহারা আবার গর্তের মধ্যে লুকান থাকে। সূর্যতাপ যাহাতে সহজে পাতায় প্রবেশ করিতে না পারে তজ্জন্য বায়ুপূর্ণ রোম-জালে গাছের দেহ ঢাকা থাকে। মরুভূমিতে বৃষ্টি খুব কমই হয় এবং যখন হয় তখন মরুজ উদ্ভিদ্ ২।১ দিনের মধ্যে ফুল ফুটাইয়া সপ্তাহের মধ্যেই ফল ও বীজ উৎপাদন করে।

(vi) সমুদ্রতীর-বর্তী স্থানের উদ্ভিদ্ মরু-উদ্ভিদের মতই হইয়া থাকে। জল লবণাক্ত হইয়া অতিরিক্ত ঘন হওয়ায় মূল ওস্‌মসিস (Osmosis) প্রক্রিয়ায় সহজে জল শোষণ করিতে পারে না। সুন্দর বনের ম্যাংগ্রোভ (Mangrove) গাছে এক অপূর্ব অভিযোজন ক্রিয়া দেখিতে পাওয়া যায়। নীচে নোণা জলে পড়িয়া পাছে নষ্ট হইয়া যায় এইজন্য গাছে থাকিতে থাকিতেই ফলের বীজ অংকুরিত হয়। এই অংকুরের মূল লম্বা ও সূচের মত। এই শিশু উদ্ভিদ্ গাছ হইতে খসিয়া পড়ে এবং ঐ সূচ্যাকৃতি মূল মাটিতে পুঁতিয়া যায়। এইরূপে নোণা জলের মধ্যে থাকিয়াও উহারা বংশবিস্তার করে।

(vii) শীত প্রধান দেশের উদ্ভিদ্ গ্রীষ্মপ্রধান দেশের উদ্ভিদের সমান হয় না; কারণ শীত ও গ্রীষ্ম সম্বন্ধীয় প্রতিকূলতা নিবারণের জন্য পরস্পর বিপরীত ধরণের অভিযোজন আবশ্যক হয়।

প্রাণি-বিদ্যা

Q. 1 Describe the life-history of the earthworm and state its usefulness to man.

Ans. **কেঁচোর দেহের সাধারণ বর্ণনা**—সাধারণ কেঁচোর (Pheretima) দেহ প্রায় ৭৷৮ ইঞ্চি লম্বা ও গোলাকার। ইহার দেহের আবরণ পুরু ও স্বচ্ছ। ১০০ হইতে ১২০টি পর্যন্ত অংগুরীর মত খণ্ডে (Segments) ইহার দেহ বিভক্ত। দেহে তিনটি-খণ্ড-দিয়া-গঠিত **ক্লাইটেলাম** (Clitellum) নামক একটি বিশিষ্ট অংশ আছে।

ক্লাইটেলামের সামনে ১৩টি অংগুরী থাকে। ১ম অংগুরীর পিঠের দিকে যে মাংসপিণ্ডটি থাকে, তাহাই উহাদের **ওষ্ঠ** (Prostomium)। ১ম অংগুরী ও ওষ্ঠের মধ্যে, পেটের দিকে যে ছিদ্র থাকে,—উহাই কেঁচোর মুখ। ৫ম ও ৬ষ্ঠ, ৬ষ্ঠ ও ৭ম, ৭ম ও ৮ম এবং ৮ম ও ৯ম অংগুরীর মধ্যে ২টি করিয়া ৮টি ছিদ্র থাকে। ইহাদিগকে **শুক্র-সংক্রান্ত ছিদ্র** (Spermathetical aperture) বলা হয়।

১৪শ অংগুরীর মাঝখানে **স্ত্রীজনন ছিদ্র** (the aperture of the female generative duct)। ১৭শ ও ১৯শ অংগুরীদ্বয়ে, দুই পার্শ্বে ২টি করিয়া, মোট ৪টি **জননগুচ্ছ** (Genital papilla)। ১৮শ অংগুরীর দুই পার্শ্বে ২টি **পুং-জনন-ছিদ্র** (the aperture of the male generative duct.)।

১২শ ও ১৩শ অংগুরীর সংযোগ স্থল হইতে শেষের দুই অংগুরীর সংযোগ স্থল পর্যন্ত পিঠের মধ্যস্থলে এক সারি ছিদ্র আছে (Dorsal pore)।

এই ছিদ্র হইতে নির্গত রসে, উহাদের দেহ আর্দ্র হয় এবং উহাদ্বারা কেঁচোর পক্ষে ক্ষতিকর এমন অনেক জীবাণু নষ্ট হইয়া যায়।

শেষের অংগুরীটিতে যে ছিদ্র থাকে, তাহাই উহাদের পায়ু (Anus)। কেঁচো ইচ্ছামত এই ছিদ্র গুলিকে খুলিতে ও বন্ধ করিতে পারে। চলাফিরার সুবিধার জন্য, অতি ক্ষুদ্র এবং সূক্ষ্ম শুঁয়ার মত পা বা **কিটা** (Chaeta) আছে।

কেঁচোর পৌষ্টিক নালী (Alimentary canal)—ইহা মুখ হইতে পায়ু পর্যন্ত বিস্তৃত এবং পাঁচটি অংশে বিভক্ত—(১) **মুখবিবর** (Buccal Cavity, (২) **ফ্যারিংস** (Pharynx), (৩) **অন্ননালী** (Oesophagus)—ইহার মধ্যস্থলে **গিজার্ড** (Gizzard) নামক ডিম্বাকার স্থানে খাদ্যপেষণ হয়; (৪) **অন্ত্র** (Intestine) এবং (৫) **পায়ু** (Anus)।

কেঁচোর রক্তসংবহন তন্ত্র (Circulatory system;—ইহাদের পিঠের ভিতরে ১টি, বুকের ভিতরে ১টি, এবং দুই পার্শ্বে ২টি—এই মোট ৪টি **রক্ত-বহা-নালী** আছে। দেহের সামনের দিকে আর যে পাঁচ জোড়া রক্ত-বহা-নালী আড়া আড়ি ভাবে থাকে, তাহা উহাদের **হৃদয়** (Heart)। এই নালী সমূহের সংকোচনকালে রক্ত দেহের মধ্যে চলিয়া যায় এবং প্রসারণ কালে উহা আবার হৃদয়ের মধ্যে ফিরিয়া আসে। ইহাদের রক্তে **শ্বেত কণিকা** (White corpuscles) থাকে, লোহিত কণিকা (Red corpuscles) থাকে না।

কেঁচোর শ্বাসকার্য (Respiration)—ইহারা **ত্বকের** সাহায্যে নিঃশ্বাস ত্যাগ ও প্রশ্বাস গ্রহণ করে; সুতরাং ত্বকেই দূষিত রক্তের বিশোধন হয়।

কেঁচোর স্পর্শেন্দ্রিয়—ইহাদের স্পর্শেন্দ্রিয় খুব প্রখর। শরীরের কোন স্থান স্পর্শ করিলেই উহাদের শরীর সংকুচিত হয়। ইহাদের শ্রবণেন্দ্রিয় বা দর্শনেন্দ্রিয় নাই; তবে সামনের বা পিছনের কোন অংশে তীব্র আলোক পড়িলে উহা সংকুচিত হয়।

কেঁচোর প্রজনন—ডিম্ব-কোষ বাহির হইবার কালে ক্লাইটেলাম হইতে নির্গত এক প্রকার রসে কোকুন (Cocoon) নামক একটি থলি প্রস্তুত হয়। ইহারই মধ্যে পুংজনন কোষ দ্বারা স্ত্রীজনন কোষ নিষিক্ত হয় এবং কয়েক সপ্তাহ পরেই ঐ থলি হইতে কেঁচোর বাচ্চা বাহির হইয়া আসে।

কেঁচোর বাসস্থান ও প্রকৃতি—ইহারা মাটির মধ্যে ১৮।২০ ইঞ্চি এবং কখনো কখনো ৬।৭ ফুট গর্ত করিয়া তাহারই মধ্যে বাস করে। গর্ত হইতে বাহির হইবার সময় ছোট কাঁকর বা পাতা দিয়া গর্তের মুখ বন্ধ করিয়া দেয়। ইহারা গাছের কচি পাতা এবং উহার অভাবে মাটির সহিত মিশ্রিত জৈব (Organic) পদার্থ খাইয়া বাঁচিয়া থাকে। দেহকে পর্যায়ক্রমে সংকুচিত ও প্রসারিত করিয়া ইহারা যাতায়াত করে।

কেঁচোর উপকারিতা—কেঁচো গর্ত করিয়া মাটির নীচে যায় এবং নীচের মাটি বিষ্ঠারূপে উপরে তুলিয়া ফেলে। এই বিষ্ঠারূপে পরিত্যক্ত মাটিই সারের কাজ করে। অধিকন্তু মাটিতে গর্ত করায় মাটির মধ্যে সহজে বায়ু চলাচল হইতে পারে। কেঁচো কৃষকের পরম বন্ধু। কেঁচোর টোপ দিয়া ছিপে মাছ ধরা হয়। উহা মাছ, ব্যাঙ, পাখী প্রভৃতির খাদ্য।

Q. 2. Describe the life-history of the ant and state its usefulness to man.

Ans. পিপীলিকার জীবনের চারিটি অবস্থা—(১) ডিম, (২) শূক, (৩) পিউপা, (৪) ইমাগো। ডিম ফুটিয়া লার্ভা বা শুক বাহির হয়। এই লার্ভার মুখ হইতে নির্গত লালাদ্বারা উহার চারি দিকে একটি আবরণ সৃষ্ট হয়; এই আবরণযুক্ত শূকই পিউপা। কিছু দিন পরে এই আবরণ ভেদ করিয়া ইমাগো (Imago) বা পূর্ণাংগ পিপীলিকা বাহির হয়।

পিপীলিকার দেহের সাধারণ বর্ণনা—পিপীলিকার দেহ, (১) মাথা

(২) বুক ও (৩) পেট—এই তিন ভাগে বিভক্ত। মাথা ও বুকের মাঝে সরু গলা এবং বুক ও পেটের মাঝে সরু কোমর আছে।

(১) মাথা—ইহাদের মাথা গোল এবং তাহাতে দুইটি পুঞ্জাক্ষি (Compound eye) এবং দুইটি শুংগ বা অ্যানটেনা (Antenna)। শুংগ দ্বারা ইহারা পথ চিনিয়া চলে এবং সংবাদ আদান প্রদান করে। ইহাদের মুখের দুই ধারে ধারাল চোয়াল এবং উপরে একটি ঠোঁট ও আরও দুইটি সরু সরু কাঁটা (Bristles) যুক্ত অংশ (Maxilla) থাকে।

(২) বুক—ইহাদের বুক তিন ভাগে বিভক্ত। প্রত্যেক ভাগে দুইটি করিয়া পা আছে। ইহাদের পা বুকের দুই পার্শ্বে থাকে। স্ত্রী ও পুরুষ পিপীলিকার বুকের দুই পার্শ্বে এক এক জোড়া করিয়া দুই জোড়া ডানা থাকে। কর্মী পিপীলিকাদের ডানা থাকে না।

(৩) পেট—ইহা কতকগুলি অর্ধবৃত্তাকার খণ্ডের (Segments) মিলনে গঠিত। সাধারণ পিপীলিকাদের পেটের পিছনে হুল (Sting) থাকে।

পিপীলিকার রক্ত সংবহন তন্ত্র (Circulatory system)—ইহাদের হৃৎপিণ্ড সবল এবং নাতিদীর্ঘ। ইহা হইতে রক্ত নির্গত হইয়া দেহ মধ্যে প্রবাহিত হয়। ইহাদের রক্ত শাদা এবং উহাতে **হিমোগ্লোবিন** (Haemoglobin) থাকে না। ইহাদের রক্ত সংবহনের জন্য শিরা উপশিরাও নাই।

পিপীলিকার শ্বাসকার্য—দেহ মধ্যস্থিত কতকগুলি সূক্ষ্ম নলের (Trachae) সাহায্যে ইহাদের শ্বাস কার্য সম্পাদিত হয়।

পিপীলিকার প্রজনন—বসন্ত কালেই ইহারা ডিম পাড়িয়া থাকে। এই সময় স্ত্রী ও পুরুষ উভয় পিপীলিকাই বাসা হইতে বাহিরে আসিয়া উড়িয়া

বেড়ায়। উড়িবার সময় ইহাদের ডানা খসিয়া যায় এবং পাখী ও অন্যান্য প্রাণী উহাদিগকে ধরিয়া খাইয়া ফেলে। যে-সকল স্ত্রী পিপীলিকা বাঁচিয়া থাকে কর্মী পিপীলিকা তাহাদিগকে বাসায় লইয়া যায় এবং এই বাসার ভিতর উহারা ডিম পাড়ে। কর্মী পিপীলিকা যাহাদিগকে বাসায় লইয়া যায় না, তাহারা মাটিতে গর্ত করিয়া তাহারই মধ্যে ডিম পাড়ে।

পিপীলিকার বাসস্থান ও প্রকৃতি—গাছের পাতায়, মাঠে, ঘাটে, বাটির চারিপার্শ্বে, সর্বত্রই পিপীলিকা দেখিতে পাওয়া যায়। ইহারা গৃহ নির্মাণ করিয়া দলবদ্ধভাবে বাস করে। প্রত্যেক দলে তিন রকমের পিপীলিকা দেখিতে পাওয়া যায়। ইহাদের মধ্যে—

(১) পুরুষ পিপীলিকাকে রাজা বলা হয়; কিন্তু বড়ই অলস এবং কোন কাজ করেনা বলিয়া কর্মী পিপীলিকাসকল ইহাদিগকে বিশেষ খাতির করে না।

(২) স্ত্রী-পিপীলিকাকে রাণী বলা হয়। ইহারা ডিম পাড়া ছাড়া অন্য কোন কাজই করেনা, অথচ পরিবারের মধ্যে ইহাদেরই খাতির সর্বাপেক্ষা বেশী। কর্মীরা খাবার সংগ্রহ করিয়া ইহাদিগকে খাওয়ায় এবং ইহাদিগকে বাহিরে আসিতে দেয় না। এক একটি পরিবারে একটি মাত্র রাণী থাকে।

(৩) কর্মী পিপীলিকাদের শ্রম করিবার শক্তি অপরিসীম। খাদ্য সংগ্রহ করা, সন্তানদের লালন পালন করা, বাসা তৈয়ারী করা প্রভৃতি যাবতীয় কার্যই ইহারা করিয়া থাকে। ইহাদের মধ্যে চাকর, দারোয়ান, সৈনিক, ধাত্রী প্রভৃতি নানারকম কাজের কর্মী আছে। ইহাদের বাসা নির্মাণ প্রণালী বড়ই অদ্ভুত। মাটিতে ছিদ্র করিয়া তাহার মধ্যে মাটি কাটিয়া বহু ঘর নির্মাণ করে এবং প্রত্যেক ঘরে যাতায়াত করিবার জন্য পথ রাখে। ইহারা একই বাসায় বহু দিন বাস করে এবং প্রয়োজন না হইলে বাসা পরিবর্তন করে না। ইহারা এক প্রকার পোকা পোষে। এক প্রকার পাতা খাইলে ঐ

পোকার দেহ হইতে রস বাহির হয় এবং পিপীলিকাসকল ঐ রস সানন্দে পান করে। এই পোকাকে পিপীলিকা ধেনু বলা হয়। ছাতা নামক উদ্ভিদের বীজ বুনিয়া উহারা ছাতার ফসল করে এবং পরমানন্দে ঐ ছাতা ভক্ষণ করে। মধ্যে মধ্যে পিপীলিকাদের ভিতর এক দলের সহিত আর একদলের তুমুল যুদ্ধ বাধে এবং সম্পূর্ণ হার না হওয়া পর্যন্ত যুদ্ধ বন্ধ হয় না। এই সকল যুদ্ধে পিপীলিকার ব্যূহরচনার কৌশল প্রভৃতিতে বিশেষ বুদ্ধিমত্তার পরিচয় পাওয়া যায়। ইহারা প্রায় সকল জিনিষই খাইয়া থাকে, তবে সুমিষ্ট খাদ্যদ্রব্য ইহাদের নিকট সর্বাপেক্ষা প্রিয়। কেবল শাক-সব্জী খাইয়াই জীবন ধারণ করে এরূপ পিপীলিকাও দেখিতে পাওয়া যায়। পিপীলিকার কর্মপটুতা এবং অধ্যবসায় প্রভৃতি গুণ অনুকরণ করিবার যোগ্য।

পিপীলিকার উপকারিতা—পিপীলিকা আমাদের মিষ্টদ্রব্য সকল নষ্ট করিয়া দিলেও উহারা উই, ছারপোকা প্রভৃতি পোকামাকড়কে ধ্বংস করে বলিয়া আমাদের প্রভূত উপকার করে। মাছ ধরিবার টোপ হিসাবে এবং শূক পাখীদের খাদ্য হিসাবেও পিপীলিকার প্রয়োজন হইয়া থাকে।

Q. 3. Describe the life-history of the bee and state its usefulness to man.

Ans. **মৌমাছির জীবনের চারিটি অবস্থা** (১) ডিম (২) শূক বা লার্ভা, (৩) পিউপা, এবং (৪) ইমাগো। মৌমাছির ডিম ফুটিতে প্রায় তিন দিন লাগে। ডিম ফুটিয়া শূক বা লার্ভা বাহির হয়। আরও প্রায় তিন চারি দিনের পর এই লার্ভার মুখ হইতে নির্গত লালাদ্বারা উহার চারিদিকে একটি আবরণ সৃষ্ট হয়। এই আবরণযুক্ত শূক বা লার্ভাই 'পিউপা'। এই অবস্থায় বারদিন থাকার পর পিউপা আবরণ কাটিয়া পূর্ণাংগ মৌমাছি (Imago) রূপে বাহির হইয়া আসে। যে শূকগুলি কর্মী মৌমাছিদের মুখ হইতে নির্গত এক প্রকার রস (Pap or Royal jelly) খাইয়া বড় হয়, তাহারা

রাণী মৌমাছিতে পরিণত হয়। যাহারা মধু ও পরাগ খাইয়া বড় হয়, তাহারা কর্মী মৌমাছিতে এবং অনিষিক্ত ডিম পুরুষ মৌমাছিতে পরিণত হয়।

মৌমাছির দেহের সাধারণ বর্ণনা—মৌমাছির দেহ (১) মাথা, (২) বুক ও (৩) পেট, এই তিন ভাগে বিভক্ত। মাথা ও বুকের মাঝে সরু গলা এবং বুক ও পেটের মাঝে সরু কোমর আছে।

(i) **মাথা**—ইহাদের মাথা গোল। মাথার দুই পার্শ্বে দুইটি বড় বড় চোখ এবং সামনে তিনটি ছোট ছোট চোখ আছে। সকল পতংগের মতই ইহাদের মাথাতেও দুইটি শুংগ বা অ্যান্টেনা থাকে। ইহাদের লোমযুক্ত শুণ্ডাকার মুখকে লেবিয়া (Labia) বলা হয়। মৌমাছি ইহারই সাহায্যে মধু শোষণ করিয়া মধুস্থলীতে (Honey-sac) সঞ্চয় করে।

(ii) **বুক**—ইহাদের বুক তিনভাগে বিভক্ত। প্রত্যেক ভাগে দুইটি করিয়া, মোট ছয়টি পা আছে। ইহাদের পা বুকের দুই পার্শ্বে থাকে। স্ত্রী, পুরুষ ও কর্মী সকল রকম মৌমাছিরই বুকের দুই পার্শ্বে এক এক জোড়া করিয়া, মোট দুই জোড়া ডানা আছে। ইহাদের পিছনের পায়ে দুইসারি বড় বড় রোমের ঝাড় ও পায়ের গোড়ায় **পরাগ-স্থলী** (Pollen busket) থাকে।

(iii) **পেট**—ইহা কতকগুলি অর্ধবৃত্তাকার খণ্ডের (Segment) মিলনে গঠিত। কর্মী মৌমাছির পেটের পিছনে বিষাক্ত হুল থাকে; তবে উহা এতই ক্ষুদ্র যে সহজে উহা বুঝিতে পারা যায় না। পুরুষ মৌমাছিদের হুল একেবারেই থাকে না।

মৌমাছির রক্ত সংবহন তন্ত্র—ইহাদের হৃৎপিণ্ড সরল ও নাতিদীর্ঘ। ইহা হইতে রক্ত নির্গত হইয়া দেহমধ্যে প্রবাহিত হয়। ইহাদের রক্ত শাদা

এবং উহাতে হিমোগ্লোবিন থাকে না। ইহাদের রক্ত সংবহনের জন্য শিরা উপশিরা নাই।

মৌমাছির শ্বাসকার্য—দেহমধ্যস্থিত কতকগুলি সূক্ষ্ম নলের সাহায্যে ইহাদের শ্বাসকার্য সম্পাদিত হয়।

মৌমাছির প্রজনন—সময় সময় পুরুষ ও রাণী মৌমাছি বাসা ছাড়িয়া আকাশে উড়িয়া বেড়ায়। এই সময় রাণী মৌমাছিরা গর্ভ গ্রহণ করে এবং পুরুষ মৌমাছিরা মরিয়া যায়। কর্মী মৌমাছি রাণীকে বাসায় ফিরাইয়া আনে এবং দুই একদিনের মধ্যে রাণী মৌমাছি অনেক ডিম প্রসব করে।

মৌমাছির বাসস্থান ও প্রকৃতি—শীতপ্রধান দেশ ব্যতীত পৃথিবীর প্রায় সর্বত্রই মৌমাছি দেখিতে পাওয়া যায়। যে সকল জায়গায় রৌদ্র বা বৃষ্টির অত্যাচার নাই অথচ প্রচুর পরিমাণে আলোক ও বাতাস পাওয়া যায় সেইরূপ স্থলেই উহারা চাক বাঁধিয়া বাস করে। এক একটি চাকে হাজার হাজার মৌমাছি থাকে। চাকের বাহিরের দিকে সবচেয়ে বড় ঘরটিতে 'রাণী', অপর বড় ঘরে পুরুষ মৌমাছি ছোট ছোট ঘরগুলিতে মধু ও ডিম এবং অবশিষ্ট ঘরগুলিতে কর্মী মৌমাছিরা থাকে। মৌমাছিদের দেহ হইতে যে মোম বাহির হয় তাহা উহাদের পেটের নিচে সঞ্চিত থাকে। চাক বাঁধিবার সময় পেছনের পায়ের সাহায্যে ঐ মোম একটু একটু করিয়া লয় এবং মুখের লালায় নরম করিয়া উহারই সাহায্যে চাক তৈয়ারী করে। কর্মী মৌমাছিরা সারাদিন ফুলে ফুলে ঘুরিয়া বেড়ায় এবং মধু সংগ্রহ করে। ঐ মধুর কিয়দংশ উহারা নিজেরা খায়, কিয়দংশ উহাদের সন্তানদের খাওয়ায় এবং কিয়দংশ উহারা সঞ্চয় করিয়া রাখে। 'রাণী' মৌমাছি যাহাতে পলাইয়া যাইতে না পারে, তজ্জন্য কর্মীরা সকল সময়ে সতর্ক থাকে। শত্রু কর্তৃক আক্রান্ত হইলে ইহারা পিছনের হুল ফুটাইয়া দিয়া আত্মরক্ষা করে। কর্মীরা মাত্র তিন মাস বাঁচিয়া থাকে। 'রাণী' মৌমাছিদের পেটটি অপেক্ষাকৃত অধিক লম্বা বলিয়া, পুরুষ মৌমাছিদের

অপেক্ষা ইহাদের বড় দেখায়। ডিম পাড়া ব্যতীত অন্য কোন কাজ না করিলেও ইহাদের খাতির সর্বাপেক্ষা বেশী। এক একটি চাকে একটি মাত্র "রাণী" থাকে, ইহাদিগকে এক হইতে তিন বৎসর পর্যন্ত বাঁচিয়া থাকিতে দেখা যায়।

পুরুষ মৌমাছিরা নিতান্তই অলস। ইহারা কোন কার্য করে না বলিয়া কর্মী মৌমাছিরা ইহাদিগকে এক রকম ঘৃণাই করে এবং প্রয়োজন হইলে হুল ফুটাইয়া মারিয়া ফেলে। পুরুষ মৌমাছিদের হুল নাই সুতরাং উহারা আত্মরক্ষায় একান্তই অসমর্থ।

মৌমাছির উপকারিতা—মধু বহু স্থানে খাদ্য ও ঔষধ রূপে ব্যবহৃত হয়। পদ্মমধুকে চক্ষুরোগের মহৌষধ বলা হয়। মৌমাছি এই মধু সংগ্রহ করিয়া মানবের মহোপকার সাধন করে। মৌচাক হইতে মোম পাওয়া যায় এবং এই মোম হইতে মোমবাতি ও নানাপ্রকার খেলানা প্রস্তুত হয়।

Q. 4. Describe the life-history of the butterfly and its usefulness.

Ans. **প্রজাপতির জীবনের চারিটি অবস্থা** - (১)ডিম, (২) শূক বা লার্ভা, (৩) পিউপা এবং (৪) ইমাগো। দশ পনের দিনের মধ্যে ডিম হইতে শূক বা লার্ভা বাহির হইয়া আসে। প্রজাপতির এই শূক বা লার্ভাকে সাধারণতঃ শুঁয়াপোকা বা Caterpillar বলে। শূকের গায়ে অসংখ্য কাঁটা থাকে এবং উহাদ্বারা তাহারা আত্মরক্ষা করে। ডিম হইতে বাহির হওয়ার পর শূক গুলি বিশেষ ক্ষুধার্তভাবে ঘুরিয়া বেড়ায় এবং যে-গাছে থাকে তাহার পাতা খাইয়া উহাকে নিষ্পত্র করিয়া ফেলে। এই সময় উহারা কয়েকবার খোলস বদলায় এবং শীঘ্র শীঘ্র মোটা হইয়া পড়ে। এইবার উহার মুখ হইতে নির্গত লালাদ্বারা উহাদের চারিদিকে একটি আবরণ সৃষ্ট হয়। এই আবরণযুক্ত লার্ভা বা শূককে পিউপা বলা হয়। শক্ত আবরণটিকে গুটি বা কোকুন (Cocoon) বলা হয়। পিউপা অবস্থায় থাকিতে থাকিতে ইহাদের দাঁত, পা, কাঁটা প্রভৃতি খসিয়া যায়

এবং কয়েকদিনের মধ্যেই গুটি কাটিয়া পূর্ণাংগ প্রজাপতি (Imago) বাহির হইয়া আসে।

প্রজাপতির দেহের সাধারণ বর্ণনা—প্রজাপতির দেহ, (১) মাথা, (২) বুক ও (৩) পেট—এই তিনভাগে বিভক্ত। মাথা ও বুকের মধ্যে সরু গলা এবং বুক ও পেটের মধ্যে সরু কোমর আছে।

(i) **মাথা**—ইহাদের মাথা গোল। মাথার দুই পার্শ্বে দুইটি বড় বড় চোখ এবং দুইটি শুংগ বা অ্যান্টেনা (Antenna) থাকে। ইহাদের এই শুংগ বা অ্যান্টেনার গোড়ার দিক সরু এবং আগার দিক মোটা। মাথার নীচের দিকে প্রজাপতির মুখে সরু একটা নল স্প্রিংএর মত জড়ান থাকে।

(ii) **বুক**—ইহাদের বুক তিন ভাগে বিভক্ত। প্রত্যেক ভাগে দুইটি করিয়া মোট ছয়টি পা আছে। ইহাদের পা বুকের দুই পাশে থাকে। বুকের দুই পাশে এক এক জোড়া করিয়া মোট দুই জোড়া ডানা আছে। ডানাগুলি দেহের তুলনায় বড় এবং নানাবর্ণে চিত্রিত। ডানাগুলিতে একপ্রকার চূর্ণ মাখান থাকে।

(iii) **পেট**—ইহা কতকগুলি অর্ধবৃত্তাকার খণ্ডের (Segment) মিলনে গঠিত।

প্রজাপতির রক্তসংবহন তন্ত্র—

মৌমাছি প্রভৃতি অন্যান্য পতংগের ন্যায় ইহাদের হৃৎপিণ্ড সরল ও নাতিদীর্ঘ। ইহা হইতে রক্ত নির্গত হইয়া দেহ মধ্যে প্রবাহিত হয়। ইহাদের রক্ত শাদা এবং উহাতে হিমোগ্লোবিন থাকে না। ইহাদের রক্তসংবহনের জন্য শিরা উপশিরা নাই।

প্রজাপতির শ্বাসকার্য—দেহমধ্যস্থিত কতকগুলি সূক্ষ্মনলের সাহায্যে ইহাদের শ্বাসকার্য সম্পাদিত হয়।

প্রজাপতির প্রজনন—পুংজনন-কোষদ্বারা স্ত্রীজনন কোষ নিষিক্ত হইলে স্ত্রী-প্রজাপতি গর্ভধারণ করে এবং একসংগে অনেক ডিম পাড়িয়া যায়। এই ডিম ক্রমশঃ রূপান্তরিত হইয়া পূর্ণাংগ প্রজাপতির আকার ধারণ করে।

প্রজাপতির বাসস্থান ও প্রকৃতি—পৃথিবীর প্রায় সর্বত্রই প্রজাপতি দেখিতে পাওয়া যায়। বৃক্ষলতাবহুল স্থানেই প্রজাপতি সাধারণতঃ বাস করিয়া থাকে। কারণ জীবন রক্ষার জন্য বৃক্ষ লতা প্রভৃতির সাহায্য উহাদের পক্ষে বিশেষ আবশ্যক। ইহারা যে গাছে থাকে, ইহাদের শূক বা লার্ভা সেই গাছের রঙের সহিত মিশিয়া যায়। গাছের পাতা, পরাগ, মধু প্রভৃতি খাইয়াই ইহারা জীবন ধারণ করে।

প্রজাপতির উপকারিতা—উদ্ভিদ্‌জগতের পরাগ-সংযোগের সহায়তা করিয়া ইহারা পরোক্ষভাবে মানবজগতেরও যথেষ্ট উপকার করে। তাহা ছাড়া যে সকল প্রজাপতি রেশমের গুটি (Silk cocoon) নির্মাণ করে, তাহারা মূল্যবান্ রেশম জোগাইয়া প্রত্যক্ষভাবেই মানবজগতের মহোপকার সাধন করে।

Q. 5. Describe the life-history of the mosquito.

Ans. মশার জীবনের চারিটি অবস্থা—(১) ডিম, (২) শূক বা লার্ভা (৩) পিউপা এবং (৪) ইমাগো—ডিম হইতে শূক বা লার্ভা বাহির হয়। এই শূক বা লার্ভা দেখিতে কতকটা কৃমির মত। উহাদের দেহ লম্বা এবং রোম যুক্ত। লার্ভার মাথা চ্যাপ্‌টা। ইহাদের চোখ আছে কিন্তু পা নাই। লার্ভা জলে ঝাঁকি মারিয়া চলে এবং জলের জীবাণু খাইয়া বাঁচিয়া থাকে। ইহারা জলের উপর হইতে বাতাস লইয়া শ্বাসকার্য চালায়। প্রচুর পরিমাণে খাওয়া দাওয়া করিয়া ইহারা বাড়িয়া উঠে এবং তিন বার খোলস ছাড়ে। সাত হইতে দশ দিন পর্যন্ত এই অবস্থায় থাকিয়া ইহারা পিউপা অবস্থা প্রাপ্ত হয়। এই পিউপা দেখিতে কতকটা বঁড়শীর মত। অন্যান্য পতংগের পিউপার

মত ইহারা অভুক্ত থাকে তবে ইহারা অলস নয়, সর্বদাই সক্রিয়। এই সময় কিউলেক্স জাতীয় মশার পিউপার শ্বাসযন্ত্র উদরের শেষ ভাগ হইতে সরিয়া মাথার দুই পাশে আসে এবং অ্যানোফিলিস জাতীয় মশার পিউপার শ্বাসযন্ত্র নূতন করিয়া জন্মে। এক হইতে তিনদিন এই অবস্থায় কাটাইবার পর পিউপা কয়েক বার খোলস বদলাইয়া পূর্ণাংগ মশায় পরিণত হয়।

মশার দেহের সাধারণ বর্ণনা—মশার দেহ, (১) মাথা (২) বুক ও (৩) পেট এই তিনভাগে বিভক্ত। মাথা ও বুকের মাঝে সরু গলা এবং বুক ও পেটের মাঝে সরু কোমর আছে।

(১) **মাথা**—মশার মাথা বড় ও গোল। উহার দুই ধারে দুইটি পুঞ্জাক্ষি এবং দুইটি সরু ও লোমযুক্ত শুংগ বা অ্যান্টেনা (Antenna)। পুরুষ মশার শুংগগুলি বড় বড় এবং রোমযুক্ত কিন্তু স্ত্রী মশার শুংগগুলি এরূপ নয়। তাই শুংগ দেখিয়া স্ত্রী ও পুরুষ মশা চিনিতে পারা যায়। মাথার সামনেই রক্ত শোষণ করিবার জন্য একটি সরু নল আছে। পুরুষ মশার ঐ নলগুলি ভোঁতা; এই জন্য উহারা রক্ত শোষণ করিতে পারেনা।

(২) **বুক**—ইহাদের বুক তিন খণ্ডে বিভক্ত। প্রত্যেক খণ্ডে দুইটি করিয়া মোট ছয়টি সরু সরু কাঠির মত লম্বা পা আছে। মধ্যের খণ্ডে একজোড়া বেশ স্বচ্ছ পাতলা ডানা থাকে এবং ঐ ডানা গুলি দ্রুত কম্পিত হইলে পোঁ পোঁ শব্দ হয়। ডানার কম্পন থামাইবার জন্য তৃতীয় খণ্ডে দুইটি ছোট গ্রন্থি থাকে। অ্যানোফেলিস মশার ডানায় যেরূপ ছিটা ছিটা দাগ থাকে, কিউলেক্স মশার ডানায় সেরূপ থাকে না।

(৩) **পেট**—ইহাদের পেট বেশ লম্বা এবং নয়টি খণ্ডে বিভক্ত। পেট ও বুকের প্রত্যেক খণ্ডের পাশে শ্বাসগ্রহণের জন্য ছিদ্র থাকে।

মশার রক্ত সংবহন তন্ত্র—ইহাদের হৃৎপিণ্ড সরল ও নাতিদীর্ঘ। রক্ত নির্গত হইয়া দেহ মধ্যে প্রবাহিত হয়। ইহাদের রক্ত শাদা এবং উহাতে

হিমোগ্লোবিন থাকে না। ইহাদের রক্ত সংবহনের জন্য শিরা ও উপশিরা নাই।

মশার শ্বাসকার্য—দেহ-মধ্যস্থ কতকগুলি নলের সাহায্যে ইহাদের শ্বাসকার্য সম্পাদিত হয়।

মশার প্রজনন—পুংজনন-কোষদ্বারা স্ত্রীজনন-কোষ নিষিক্ত হইলে স্ত্রী-মশা ডিম পাড়ে। মশা রাত্রিশেষে ডিম পাড়ে। যে কোন স্থানে জল পাইলেই কিউলেক্স ডিম ছাড়ে; কিন্তু পরিষ্কার জল ব্যতীত অন্য কোন জলেই অ্যানোফেলিস্ মশা, ডিম পাড়িতে ইচ্ছা করে না। অ্যানোফেলিসের ডিম পরস্পর পৃথক থাকে কিন্তু কিউলেক্সের ডিম গায়ে গায়ে লাগিয়া থাকে।

মশার বাসস্থান ও প্রকৃতি—ইহারা অন্ধকারময় স্থানে বাস করে এবং সাধারণতঃ দিনে বাহির হয় না। রক্তসংগ্রহের জন্য ইহারা রাত্রিতেই বাহির হয়। স্ত্রী-মশা রক্ত শোষণ করিয়া পান করে এবং পুরুষ মশা অন্যান্য পচা জিনিষের রস খায়। কিউলেক্স যখন কোন বস্তুর উপর বসে, তখন ঐ বস্তুর সহিত তাহার দেহ সমান্তরালভাবে থাকে কিন্তু অ্যানোফেলিস বস্তুর সহিত প্রায় ৪৫° কোণ করিয়া বসে। অ্যানোফেলিস্ ম্যালেরিয়ার বীজাণু এবং কিউলেক্স গোদের বীজাণু বহন করে। ষ্টেগোমিয়া-জাতীয় মশার দংশনে আমাদের ডেঙ্গু জ্বর হয়।

মশার অপকারিতা—মশা, ম্যালেরিয়া প্রভৃতি নানা রোগবীজাণুর বাহন—এই হিসাবে উহা মানবজগতের প্রভূত অপকার করে। ম্যালেরিয়া নিবারণ করিতে হইলে, মশা যাহাতে ধ্বংস প্রাপ্ত হয় তাহার ব্যবস্থা করিতে হইবে। উহার প্রতিকার নিম্নলিখিত উপায়ে সাধিত হইতে পারে—

(১) সকলকেই মশারি ব্যবহার করিতে হইবে।

(২) পুকুর, ডোবা প্রভৃতিতে সপ্তাহে সপ্তাহে কেরোসিন তৈল ঢালিতে হইবে; উহাতে জলের উপর একটি তৈলের পাতলার আবরণ সৃষ্ট হইবে এবং শ্বাস লইতে না পারিয়া মশার লার্ভা মরিয়া যাইবে—মশা জলে নূতন ডিমও পাড়িতে পারিবে না।

(৩) জলে পোনা, তেচোখা প্রভৃতি মাছ নিয়মিত ভাবে ছাড়িতে হইবে। উহারা মশার লার্ভা খাইতে ভালবাসে।

(৪) জল নিকাশের এবং জংগল পরিষ্কারের ব্যবস্থা করিতে হইবে।

(৫) বাড়ীর এবং রাস্তার ড্রেন সকল পরিষ্কার রাখিতে হইবে।

(৬) বাহিরের ভাংগা হাঁড়ি, কলসী চূর্ণ করিয়া ফেলিতে হইবে এবং ছোট বড় গর্ত সকল মাটি দিয়া ভরাট করিতে হইবে।

Q. 6. Describe the life-history of the spider.

Ans. মাকড়সার জীবনে দুইটি অবস্থা—(১) ডিম ও (২) শিশু। স্ত্রী-মাকড়সা ডিম পাড়ে, এবং কয়েক সপ্তাহের মধ্যেই ডিম ফুটিয়া শিশু মাকড়সা বাহির হয়। ইহারা বৃদ্ধি পাইবার সংগে সংগে কয়েকবার খোলস ছাড়ে।

মাকড়সার দেহের সাধারণ বর্ণনা—মাকড়সার দেহ দুই অংশে বিভক্ত—(১) মাথা ও (২) পেট। মাথার উপর দুইসারিতে ৮টি গোলাকার চক্ষু। চক্ষুগুলি সব সমান আকারের নহে—কোনটি ছোট আবার কোনটি বড় হয়। উহারা পুঞ্জাক্ষি নহে, সরল। ইহাদের মুখ সহজে চোখে পড়ে না। মুখের সামনে দুইটি উপাংগ থাকে, এবং উহাদেরই সম্মুখে, মোড়া যায় এমন একটি বিষদাঁত থাকে।

ইহাদের ৮টি পা আছে এবং প্রত্যেক পায়ে কতকগুলি গাঁট আছে। ইহাদের পেট দেখিতে কতকটা ডিমের মত। ইহারই পশ্চাতের একস্থানে চারিটি বা ছয়টি ছোট ছোট মাংসপিণ্ড থাকে—উহাই মাকড়সার জালবুনন যন্ত্র (Spinning gland)। মাংসপিণ্ডগুলির প্রত্যেকটিতেই অনেকগুলি সূক্ষ্মছিদ্র থাকে। উহাদের মধ্য হইতে যে রস বাহির হয়, তাহা শুকাইয়া গেলে সূতার আকার ধারণ করে ; তাহারই সাহায্যে উহারা জাল বুনিয়া থাকে।

মাকড়সার রক্তসংবহন—ইহাদের দেহের ভিতর কতকগুলি রক্তবাহী নল আছে। নলগুলির মধ্যে যেটি সর্বাপেক্ষা বড়, তাহা পেটের বকের নিম্ন দিয়াই প্রবাহিত এবং উহারই একটি অংশ হৃদ্‌যন্ত্রের কার্য করিয়া থাকে।

মাকড়সার শ্বাসকার্য—পুস্তকাকার একপ্রকার শ্বাসযন্ত্রের সাহায্যে ইহাদের শ্বাসকার্য সাধিত হয়। এই যন্ত্রকে Lung book বলা হয়। বইএর পাতার ন্যায় ইহাতে কয়েকটি পাতার আকারে ফুস্‌ফুসীয় কোষ (Pulmonary sac) গুলি সজ্জিত থাকে। বাতাসে যে অক্সিজেন থাকে, তাহা ঐ পাতায় রক্তের দ্বারা শোষিত হইয়া রক্তবিশোধন কার্যে ব্যবহৃত হয়। এই সময় দুষিত কার্বন-ডাই-অক্সাইড বাহির হইয়া যায়।

মাকড়সার প্রজনন—পুংজনন-কোষদ্বারা স্ত্রীজননকোষ নিষিক্ত হইলে স্ত্রী-মাকড়সা ডিম পাড়িয়া থাকে। স্ত্রী-মাকড়সা, শাদারঙের একপ্রকার গুটি (Cocoon) তৈয়ারী করিয়া তাহাতেই ডিমগুলিকে রাখে এবং নিজে উহাকে বুকে করিয়া বেড়ায় বা সাবধানে কোন ফাটলে লুকাইয়া রাখে।

মাকড়সার বাসস্থান ও প্রকৃতি—জানালা দরজার পাশে, কড়িকাঠে, ঘরের দেওয়ালে, গাছের ডালে, এইরূপ নানাস্থানে, মাকড়সা বাসা করে। কীট পতংগের রস চুষিয়া খাইয়া ইহারা জীবন ধারণ করে। জালের সাহায্যে ইহারা এই পতংগ ধরিতে পারে। জালে কোন পতংগ আটকাইয়া গেলেই উহারা টের পায় এবং তৎক্ষণাৎ ছুটিয়া গিয়া উহার গায়ে বিষদাঁত ফুটাইয়া দেয়। পতংগটি সংগে সংগে অচেতন হইয়া পড়ে; তখন মাকড়সা উহার রস চুষিয়া খায়। মাকড়সা কখনও মরা কীট পতংগ খায় না।

Q. 7. Describe the life-history of a common fish

Ans. রুই মাছের জীবনে দুইটী অবস্থা—(১) ডিম ও (২) শিশু। ডিম পাড়িবার দুই সপ্তাহ বা তিন সপ্তাহ পরে ডিম ফুটিয়া ছোট ছোট বাচ্চা বাহির হয়।

রুইমাছের দেহের সাধারণ বর্ণনা—রুইমাছের দেহকে তিনভাগে ভাগ করা যাইতে পারে—(১) **মাথা**, (২) **মধ্যশরীর** (Trunk) ও (৩) **লেজ**। ইহার সর্বাংগ আঁশে (Scales) ঢাকা এবং উহার উপর একপ্রকার তৈলাক্ত পদার্থ মাখান থাকে। মাথার উপরে দুইপাশে দুইটি চক্ষু, দুইপাশে দুইটি কানকুয়া, মুখ এবং নাক থাকে। রুইমাছের চোখ দুইটি আকারে বেশ বড় এবং পাতাবিহীন। রুইমাছের দেহের বিশেষ বিশেষ স্থানে পাখ্না থাকে—কানকুয়ার নিকটে (Pectoral) দুইখানি, পিঠে (Dorsal) একখানি, পেটে (Pelvic) দুইখানি, পায়ুর নিকট (Anal) একখানি, এবং লেজে (Caudal) একখানি।

রুইমাছের অস্থিতন্ত্র (Skeletal system)—রুইমাছ নিম্নশ্রেণীর মেরুদণ্ডী প্রাণী। মাথার খুলি (Skull) ও মেরুদণ্ড লইয়াই ইহার অস্থিতন্ত্র গঠিত। ইহার মেরুদণ্ডে কতকগুলি **কশেরুকা** (Veretebra) আছে।

রুইমাছের শ্বাসতন্ত্র (Respiratory System)—কানকুয়া তুলিলে চিরুণীর মত যে ফুল্‌কা দেখিতে পাওয়া যায়—উহারই সাহায্যে ইহাদের শ্বাস-কার্য সম্পন্ন হয়। ফুল্‌কাগুলির মধ্যে অনেক রক্তনালী থাকায় উহাদিগকে লাল দেখায়। প্রথমে কানকুয়া বন্ধ থাকা অবস্থায়, উহারা মুখ দিয়া জল টানিয়া লয় এবং মুখ ও গলা বন্ধ করিয়া ফুল্‌কার মধ্যে জল প্রবেশ করায়। ফুল্‌কার ভিতরের রক্তনালী সকল ঐ জল হইতে অক্সিজেন শুষিয়া লইয়া রক্ত বিশোধিত করে। দূষিত রক্তের কার্বন-ডাই-অক্সাইড জলের সহিত মিশিয়া কান্‌কো দিয়া বাহির হইয়া যায়।

রুইমাছের রক্তসংবহন তন্ত্র (Circulatory System)—পেট কাটিলে কানকুয়ার একটু নীচের অংশে লাল মত যে যন্ত্রটি দেখিতে পাওয়া যায় উহাই রুইমাছের হৃদ্‌যন্ত্র (Heart)। ইহাতে দুইটি কুঠ্‌রী থাকে ;—উপরের কুঠ্‌রীটি **নিলয়** (Ventricle) এবং নীচের কুঠ্‌রীটি **অলিন্দ** (Auricle)। নিলয়ের

উপরে ধমনী (Ventral aorta) এবং অলিন্দের নীচে **সাইনস ভিনোসস্** (Sinus venosus) নামক একটি বড় শিরা থাকে।

ইহাদের হৃদ্‌যন্ত্রে কখনও বিশুদ্ধ রক্ত থাকে না। অলিন্দে এবং নিলয়ে যে দুইটি **কপাটিকা** (Valve) থাকে তাহারা কেবল একদিকে খোলে এবং উহাদেরই সাহায্যে রক্ত একদিকে পরিচালিত হয়। হৃৎপিণ্ডের সংকোচন (Systole) ও প্রসারণের (Diastole) ফলেই শরীরে রক্ত চলাচল হইয়া থাকে। সংকোচন কালে অলিন্দের দূষিত রক্ত নিলয়ে যায়। নিলয় হইতে ধমনীর মধ্য দিয়া উহা ফুল্‌কায় গিয়া অক্সিজেন সংস্পর্শে বিশুদ্ধ হয়। এই বিশুদ্ধ রক্ত ছোট ছোট ধমনী ও জালকের (Capillaries) ভিতর দিয়া প্রত্যেক জীব-কোষে পৌঁছে এবং জীব-কোষকে খাদ্যের সারাংশ ও অক্সিজেন প্রদান করিয়া উহা কার্বন-ডাই-অক্সাইড ও অন্যান্য দূষিত পদার্থ গ্রহণ করে। এই দূষিত রক্ত শিরা, উপশিরা ও সাইনস্ ভেনোসাসের ভিতর দিয়া হৃৎপিণ্ডের প্রসারণ কালে অলিন্দে ফিরিয়া যায়। ইহাদের রক্ত ঠাণ্ডা এবং উহাতে শ্বেত ও রক্ত এই উভয়বিধ কণিকাই (Corpuscles) থাকে।

রুই মাছের পুষ্টিতন্ত্র (Alimentary System)—ইহাদের মুখের গহ্বরটি বেশ বড়। মুখের মধ্যে একটি ছোট জিভ আছে। মুখের গর্তের পেছনের অংশই **ফ্যারিংশ** (Pharynx)। ইহার পরেই **অন্ননালী** (Aesophagus)। অন্ননালীর পরবর্তী অংশই **পাকস্থলী** (Stomach)। পাকস্থলী হইতে **দীর্ঘঅন্ত্র** (Intestines) নির্গত হইয়া পায়ু পথে বাহিরে আসিয়াছে। মুখ বিবর হইতে আরম্ভ করিয়া পায়ু পর্যন্ত বিস্তৃত নলটিকে **পৌষ্টিক নালী** (Alimentary canal) বলা হয়। পাকস্থলীর দুইধারে দুইটি **যকৃৎ** (Liver) এবং উহাদের মাঝখানে **পিত্তস্থলী** (Gall-bladder) অবস্থিত। পিত্তস্থলীর সহিত অন্ত্র ও যকৃতের সংযোগ আছে। উহার রস

হজম কার্যের সহায়তা করে। যে স্থল হইতে অন্ত্র আরম্ভ হইয়াছে তথায় পাঁচটি বদ্ধনালী (Pyloric caeca) আছে।

রুইমাছের রেচন তন্ত্র—(Excretory System)—মেরুদণ্ডের নীচের অংশের দুইধারে দুইটি বৃক্ক (Kidney) থাকে। বৃক্ক দুইটি হইতে দুইটি পাতলা নল বাহির হইয়া কিয়দ্দূরে মিলিত হয় এবং পায়ুর ছিদ্রের সহিত সংযুক্ত হয়। এই নল দিয়া প্রস্রাব পায়ুর ছিদ্র দিয়া বাহির হইয়া আসে।

রুইমাছের প্রজনন—স্ত্রী-মাছেরা ডিম পাড়ে এবং এক একটি মাছের পেটে প্রায় ৮।১০ লক্ষ ডিম থাকে। ডিম পাড়িবার পর পুরুষ মাছ আসিয়া সেই ডিমের উপর এক প্রকার রস ছড়াইয়া দেয় এবং পরে আর কেহই উহাদের খোঁজ রাখে না।

রুইমাছের বাসস্থান ও প্রকৃতি—নদীতে, পুকুরে এবং বড় বড় জলাশয়ে রুই মাছ দেখিতে পাওয়া যায়। ইহারা পট্‌কার সাহায্যে ইচ্ছা মত জলে ভাসিতে বা উঠিতে নামিতে পারে। পাখ্‌নার সাহায্যে ইহারা সাঁতার কাটে। কান্‌কো হইতে আরম্ভ করিয়া লেজ পর্যন্ত ইহাদের গায়ে দুইটি লম্বা রেখা (Lateral line sense organ) থাকে ; উহার সাহায্যে মাছ স্পর্শানুভব করে। উহাদের দেহ বড়ই পিচ্ছিল, তাই সহজে উহাকে ধরিতে পারা যায় না। উহাদের আত্মরক্ষার ইহা একটি প্রধান উপায়।

Q. 8. Describe the life-history of the frog.

Ans. ব্যাঙের জীবনের তিনটি অবস্থা—(১) ডিম, (২) ব্যাঙাচি ও (৩) পূর্ণাংগ ব্যাঙ। ডিম পাড়িবার কয়েক দিন পরে ডিম ফুটিয়া ব্যাঙাচি (Tadpole) বাহির হয়, ইহাদের মাথা ও লেজ থাকে এবং মাথার নিকট মুখের পাশে দুইটি গোলাকার যন্ত্র (Sucker) থাকে। ইহার সাহায্যে ব্যাঙাচি

জলমধ্যে কোন বস্তুর সহিত নিজেকে আট্‌কাইয়া রাখিতে পারে। লেজের সাহায্যে ইহারা সাঁতার দিয়া বেড়ায়। প্রথম অবস্থায় ইহাদের দেহে প্রচুর খাদ্য সঞ্চিত থাকে বলিয়া ইহাদের খাইবার প্রয়োজন হয় না। কিছু দিন পরে ইহাদের মুখ উৎপন্ন হয় এবং উহার চারি পার্শ্বে দাঁত বাহির হয়। মুখের দুইধারে ফুল্‌কা ঝুলিতে থাকে। ব্যাঙাচি মুখ ও দাঁতের সাহায্যে খাদ্য সংগ্রহ করে এবং ফুলকার সাহায্যে শ্বাসকার্য সম্পন্ন করে। কয়েক দিন পরে এই ফুল্‌কার উপর কানকুয়া (Operculum) গজায়; পুরাতন ফুল্‌কা চলিয়া যায় ও নূতন ফুল্‌কা উৎপন্ন হয়, এবং দেহের মধ্যে ফুস্‌ফুস্ জন্মিতে থাকে। এইবার লেজটি খুব বড় হইতে আরম্ভ হয় এবং দেহ ও লেজের সন্ধিস্থলে পিছনের পা বাহির হয়। সামনের পা পূর্বেই উৎপন্ন হয় কিন্তু কানকুয়া দিয়া ঢাকা থাকে বলিয়া দেখিতে পাওয়া যায় না। আর কিছু দিনের পর কানকুয়া ও ফুল্‌কা চলিয়া যায় এবং ফুস্‌ফুস্ সাহায্যেই শ্বাস কার্য সম্পন্ন হইতে থাকে। দেহের বৃদ্ধির সংগে সংগে লেজটিও ছোট হইয়া আসে এবং ক্রমশঃ ব্যাঙাচি পূর্ণাংগ ব্যাঙে পরিণত হয়।

ব্যাঙের দেহের সাধারণ বর্ণনা—ব্যাঙের দেহকে দুই ভাগে ভাগ করা হয়—(১) **মাথা** ও (২) **দেহকাণ্ড**। মাথার অগ্রভাগ সূচল এবং উহার উপর দুইপার্শ্বে দুইটি বড় বড় চোখ। চোখে তিনটি করিয়া পাতা থাকে। উপরের পাতাটি বড়, নীচের পাতাটি খুবই ছোট এবং তৃতীয় পাতাটি চক্ষুকে ঢাকিয়া রাখে। চোখের পিছনেই উহাদের কর্ণপটহ (Tymphanic membrane)। মাথার অগ্রভাগে দুইটি নাসারন্ধ্র থাকে এবং উহাদের মধ্য দিয়া শ্বাসযন্ত্রের বাতাস যাতায়াত করে। ইহাদের পিছনের পা বড় এবং সামনের পা ছোট। সামনের পায়ে চারিটি করিয়া এবং পিছনের পায়ে পাঁচটি করিয়া আঙুল থাকে। পিছনের পায়ের আঙুলগুলি জোড়া থাকে বলিয়া ব্যাঙ উহাদের সাহায্যে জলে সাঁতার কাটিতে পারে। সোনা ব্যাঙের উপরের চোয়ালে এক পাটি দাঁত থাকে কিন্তু কুনো ব্যাঙের তা থাকে না।

সোনা ব্যাঙ আকারে বড়। উহাদের পেটটি হল্‌দে এবং পিঠে সবুজ রঙের ডোরা কাটা থাকে। কুনো ব্যাঙ বড়ই কদাকার। উহাদের সর্বাংগে বিষাক্ত রস পূর্ণ কাল কাল ঢিপি থাকে। অধিকাংশ ব্যাঙেরই সামনের দিকে আটকান এবং পিছন দিকে খোলা একটি চট্‌চটে জিভ্‌ থাকে। ব্যাঙেরা উহারই সাহায্যে পতংগ ধরিয়া খায়।

ব্যাঙের শ্বাস তন্ত্র—ইহারা মুখ বন্ধ করিয়া নাকের সাহায্যে বাতাস টানে এবং ঢোক গিলিবার মত করিয়া ঐ বাতাস ফুস্‌ফুসে পাঠাইয়া দেয়। ফুস্‌ফুসের জালকের রক্ত, ঐ বাতাস হইতে অক্সিজেন লয় এবং কার্বন-ডাই-অক্সাইড পরিত্যাগ করে। এই সময় ফুস্‌ফুসের নিকটবর্তী মাংসপেশী ফুস্‌ফুসের উপর চাপ দেয় এবং কার্বন-ডাই-অক্সাইডযুক্ত দূষিত বাতাস নিঃশ্বাস রূপে বাহির হইয়া আসে। এই বাতাস যাহাতে সহজে বাহির হইতে পারে এই জন্য এই সময় উহারা মুখ ফুলাইয়া রাখে। এই সময় নাকের ছিদ্রের ডালা খুলিয়া যায় এবং নিঃশ্বাস-বায়ু উহার ভিতর দিয়া বাহিরে চলিয়া আসে। শীতকালে ব্যাঙ ত্বকের সাহায্যেও শ্বাস কার্য সম্পন্ন করিয়া থাকে।

ব্যাঙের রক্ত সংবহন তন্ত্র—ব্যাঙের হৃদ্‌যন্ত্রে তিনটি কুঠরী—উপরের কুঠরী দুইটিকে অলিন্দ (Auricle) এবং নীচের কুঠরীটিকে নিলয় বলা হয় (Ventricle) বলা হয়। দক্ষিণ অলিন্দের সহিত **সাইনস ভেনোসাস** (Sinus venosus) নামক মহাশিরা, বাম অলিন্দের সহিত **ফুস্‌ফুসীয় শিরা** (Pulmonary vein) এবং নিলয়ের সহিত **কন্দাকৃতি এওর্টা** (Bulbous Aorta) সংযুক্ত থাকে। অলিন্দ হইতে নিলয়ে আসিবার ছিদ্র আছে। ছিদ্রগুলির মুখে এবং কুঠরী ও রক্তবহা নালীর সংযোগস্থলে **কপাটিকা** (Valve) থাকে। কপাটিকাগুলি রক্তকে মাত্র একদিকে যাইতে দেয়। কন্দাকৃতি এওর্টার মধ্যে একটি **পেঁচাল কপাটিকা** (Spiral valve) আছে। ইহা বিশুদ্ধ ও দূষিত রক্তকে পৃথক্‌ ভাবে চালিত করে।

হৃৎপিণ্ডের সংকোচন (Systole) ও প্রসারণের (Diastole) ফলেই দেহ মধ্যে রক্ত চলাচল হয়। অলিন্দ দুইটি রক্তদ্বারা পরিপূর্ণ হইলেই উহারা সংকুচিত হয় এবং কপাটিকাগুলি দ্বারা নিয়ন্ত্রিত হইয়া রক্ত নিলয়ে প্রবেশ করে। নিলয় রক্তে পূর্ণ হইবামাত্র সংকুচিত হয় এবং কপাটিকাগুলি দ্বারা নিয়ন্ত্রিত হইয়া রক্ত এওর্টার মধ্যে প্রবেশ করে। এওর্টার মধ্য দিয়া পেঁচাল কপাটিকার সাহায্যে দক্ষিণ অলিন্দের দূষিত রক্ত এবং বাম অলিন্দের বিশুদ্ধ রক্ত পৃথক্ ভাবে চালিত হয়।

দূষিত রক্ত এওর্টা হইতে ফুসফুসীয় ধমনীর (Pulmonary artery) সাহায্যে ফুসফুসে যাইয়া অক্সিজেন সংস্পর্শে বিশুদ্ধ হয় এবং ফুসফুসীয় শিরার (Pulmonary vein) মধ্য দিয়া বাম অলিন্দের প্রসারণ কালে বাম অলিন্দে ফিরিয়া আসে।

বিশুদ্ধ রক্ত এওর্টা হইতে শাখা-ধমনী ও জালকের ভিতর দিয়া দেহের ভিন্ন ভিন্ন কোষে যায় এবং কোষগুলিকে খাদ্য ও অক্সিজেন দ্বারা সতেজ করে। পরে ঐ রক্ত কোষস্থিত কার্বন-ডাই-অক্সাইড প্রভৃতি নানা আবর্জনার সংস্পর্শে দূষিত হইয়া জালকের সহিত সংযুক্ত সরু সরু শিরায় প্রবেশ করে এবং ক্রমে **ঊর্ধ্ব মহাশিরা** (Superior vena-cava) বা **নিম্ন মহাশিরার** (Inferior vena-cava) ভিতর দিয়া **সাইনস্ ভেনোসাসে** (Sinus venosus) উপস্থিত হয় এবং দক্ষিণ অলিন্দের প্রসারণ কালে দক্ষিণ অলিন্দে ফিরিয়া আসে।

ব্যাঙের পুষ্টিতন্ত্র—মুখের গর্তের পিছনে, দুইটি-ছিদ্র বিশিষ্ট **ফ্যারিংস** (Pharynx) থাকে। ইহার একটি ছিদ্র অন্ননালীর এবং অপরটি শ্বাসনালীর সহিত সংযুক্ত। অন্ননালীর পরবর্তী অংশ **পাকস্থলী** (Stomach), তৎপরবর্তী অংশ **অন্ত্র** (Intestine) এবং তৎপরবর্তী অংশ **বৃহদন্ত্র** (Large-intestine)। বৃহদন্ত্রের শেষপ্রান্তে **ক্লোয়েকা** (Cloaca) নামক একটি

(৬) **প্রজনন বা বংশবিস্তার** (Propagation)—সজীব পদার্থমাত্রই বংশবিস্তার করিয়া নিজের জাতিকে ধ্বংসের হাত হইতে রক্ষা করে। প্রাণি জগতেও ইহার ব্যতিক্রম হয় না। ইহাদের মধ্যে চার রকমের প্রজনন প্রণালী দেখিতে পাওয়া যায়।

(i) **দেহাংশজ প্রজনন** (Asexual reproduction)—ইহাতে প্রাণিদেহের অংশ-বিশেষ বিচ্যুত হইয়া নূতন প্রাণীর উদ্ভব হয়। কেঁচোর দেহকে খণ্ড খণ্ড করিয়া কাটিয়া ফেলিলে প্রত্যেক খণ্ড হইতে নূতন কেঁচোর উৎপত্তি হয়।

(ii) **অযৌন প্রজনন** (Asexual reproduction)—নিম্নশ্রেণীর ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র প্রাণি-বিশেষের দেহ হইতে কোষ-বিভাগের ফলে নূতন প্রাণী উৎপন্ন হয়।

(iii) **যৌন প্রজনন** (Sexual reproduction)—প্রাণীর পুংজনন কোষ ও স্ত্রীজননকোষের মিলনে নূতন প্রাণীর জন্ম হয়। মাছ প্রভৃতিতে এইরূপ প্রজনন প্রণালী দেখা যায়।

(iv) **উদ্ভট প্রজনন** (Parthenogenesis)—ইহাতে প্রাণি-বিশেষে পুংজননকোষ ও স্ত্রীজননকোষের মিলন না হইয়াও নূতন প্রাণী উৎপন্ন হয়। অনিষিক্ত ডিম হইতে পুরুষ মৌমাছি এই প্রণালীতেই উৎপন্ন হইয়া থাকে।

(৭) **মরণশীলতা** (Mortality)—সকল সজীব পদার্থের মত প্রাণিসকলও কালে মৃত্যুমুখে পতিত হয়। মৃত্যুমুখে পতিত হইলে, উহারা জড় পদার্থের অবস্থা প্রাপ্ত হয়।

(৮) **পারিপার্শ্বিক অবস্থার সহিত অভিযোজন** (Adaptation to environments)—সজীব পদার্থ মাত্রেরই পারিপার্শ্বিক অবস্থার সহিত সামঞ্জস্য রক্ষা করিয়া জীবন ধারণ করিবার প্রয়াস দেখিতে পাওয়া যায়। প্রাণিসকলও জল, বায়ু এবং পারিপার্শ্বিক অন্যান্য অবস্থার সহিত সম্বন্ধ রাখিয়া চলিবার চেষ্টা করে। যাহারা এই সম্বন্ধ রাখিয়া চলিতে পারে না,

তাহারা জীবন যুদ্ধে পরাজিত হইয়া ধ্বংস প্রাপ্ত হয়। প্রাণিজগতে পারি-পার্শ্বিক অবস্থার সহিত অভিযোজনের কয়েকটি উদাহরণ নিম্নে দেওয়া হইল —

(i) যে সকল প্রাণী জলে বাস করে তাহাদিগকে জলে বাস করিবার বিশেষ যোগ্যতা অর্জন করিতে হয়। সন্তরণ ও ভাসন কার্যে সাহায্য করিবার জন্য মাছের পেটে যে বায়ুপূর্ণ থলি (পটকা) দেখিতে পাওয়া যায়, তাহা পারিপার্শ্বিক অবস্থার সহিত উহাদের অভিযোজনেরই দৃষ্টান্ত। ফুল্কার সাহায্যে উহারা শ্বাসকার্য সম্পন্ন করে এবং ঐ ফুল্কা জলবাসী প্রাণিসকলেরই উপযুক্ত। উহাদের সর্বাংগে যে আঁশ থাকে তাহা জলের চাপ হইতে আত্মরক্ষা করিবার পক্ষে বিশেষ উপযোগী। কই, মাগুর, শিঙি প্রভৃতি মাছ জল ও স্থল এই উভয় স্থানেই বিচরণ করে। এই হেতু ইহাদের শরীরে অতিরিক্ত শ্বাস যন্ত্র দেখিতে পাওয়া যায়। সমুদ্রের বহু হাজার ফিট নীচে যে সকল প্রাণী থাকে, তাহাদের চোখ নাই। শুঁড়ের সাহায্যে উহারা শিকারের সন্ধান পায়। জলের চাপে দেহও চ্যাপ্টা হইয়া যায়

(ii) ব্যাঙ, ব্যাঙাচি অবস্থায় যখন জলে বাস করে, তখন উহাদের ফুল্কা থাকে কিন্তু পূর্ণাংগ হইয়া যখন স্থলে বাস করিতে আরম্ভ করে, তখন স্থলচর প্রাণীদিগের মত উহাদের ফুসফুস জন্মায় এবং তাহারই সাহায্যে শ্বাস গ্রহণ করিয়া থাকে।

(iii) স্থলচর প্রাণীদিগের মধ্যেও নানা রকমের অভিযোজন দেখিতে পাওয়া যায়। কেঁচোকে গর্ত মধ্যে বাস করিতে হয়। তাই উহাদের পেশীসমূহ এমন ভাবে গঠিত যে উহারা সরু এবং লম্বা হইয়া সহজে গর্ত মধ্যে প্রবেশ করিতে পারে। মরুভূমিতে চলিতে হয় বলিয়া উটের পা চ্যাপ্টা এবং উহাদের পাকস্থলীতে জল সঞ্চিত রাখিবার কুঠরী আছে। বনের গাছ-পালার রঙের সহিত আপনাকে মিশাইয়া রাখিয়া শিকার ধরিবার সুবিধা হইবে বলিয়া বাঘের গায়ে ডোরা ডোরা দাগ দেখিতে পাওয়া যায়। শীত-

প্রধান দেশের প্রাণীদের গায়ে প্রচুর পরিমাণে লোম উৎপন্ন হয়। এই লোম উহাদিগকে শীত হইতে রক্ষা করে। মাংসাশী প্রাণীদিগের দাঁত খুব তীক্ষ্ণ ও সূক্ষ্মাগ্র, কিন্তু তৃণভোজী প্রাণীদিগের চিবাইয়া খাইতে হয় বলিয়া দাঁতগুলি ভোঁতা।

(iv) আত্মরক্ষার জন্য প্রাণিসকল নানাপ্রকার অভিযোজনের আশ্রয় লয়। শিং, দাঁত, পা, নখ, থাবা, ঠোঁট, হুল, দুর্গন্ধ, বিষাক্ত রস, কঠিন আবরণ, রঙ প্রভৃতির সাহায্যে প্রাণিসকল আশ্চর্য রকমে নিজ নিজ রক্ষার ব্যবস্থা করে। এই প্রকার অভিযোজনের অভাবে আততায়ীর হস্ত হইতে আত্মরক্ষা করিতে না পারিয়া প্রাণিসকল ধ্বংস প্রাপ্ত হয়।

Q. 10. Give an account of the inter-dependence of plants and animals.

Ans. উদ্ভিদ ও প্রাণীর পরস্পর নির্ভরতা—

(১) উদ্ভিদ্ না হইলে প্রাণী বাঁচিতে পারে না।

(i) উদ্ভিদ্ বাতাস হইতে কার্বন-ডাই-অক্সাইড গ্রহণ করে এবং অক্সিজেন বাহির করিয়া দেয়। প্রাণিসকল এই অক্সিজেন গ্রহণ করিয়া বাঁচিয়া থাকে। উদ্ভিদ্ না থাকিলে বাতাস কার্বন-ডাই-অক্সাইডে ভরিয়া গিয়া প্রাণিজগতের একান্তই অব্যবহার্য হইয়া পড়িত।

(ii) উদ্ভিদ্ মৌলিক পদার্থের দ্বারা খাদ্য প্রস্তুত করিতে পারে কিন্তু প্রাণী তাহা পারে না ; তাই খাদ্যের জন্য তাহাকে উদ্ভিদের মুখ চাহিয়া থাকিতে হয়। উদ্ভিদ্ না থাকিলে প্রাণিসমূহ খাইতে না পাইয়া মরিয়া যাইত।

(২) প্রাণী না হইলে উদ্ভিদ্ ও বাঁচিতে পারে না—

(i) প্রাণী বাতাস হইতে অক্সিজেন গ্রহণ করে এবং কার্বন-ডাই-অক্সাইড বাহির করিয়া দেয়। উদ্ভিদ্ এই কার্বন-ডাই-অক্সাইড গ্রহণ করিয়া বাঁচিয়া থাকে। প্রাণী না থাকিলে বাতাস অক্সিজেনে ভরিয়া উদ্ভিদ্ জগতের একান্তই অব্যবহার্য হইয়া পড়িত।

(ii) প্রাণীর মৃত দেহের হাড়, মাংস, রক্ত এবং উহাদের মল, মূত্র প্রভৃতি হইতে উদ্ভিদ্ নানা প্রকার খাদ্যোপাদান সংগ্রহ করে। ইহাদের অভাবে উদ্ভিদ্ দেহের সম্যক্ পুষ্টি সাধন হয় না।

(iii) উদ্ভিদের পরাগ-সংযোগ এবং বীজবিস্তার ব্যাপারে প্রাণি-সমূহের সহায়তা অত্যাবশ্যক।

শারীর বিদ্যা

Q. 1 Give a general description of the following and mention the different functions served by each of them · (a) bone; (b) ligaments (c) cartilage (d) joints

Ans (A) **অস্থি** (Bones)—যে কাঠামোর সাহায্যে মানবদেহ নির্মিত, তাহা কতকগুলি অস্থির সমষ্টি মাত্র। মানব দেহে ছোট বড় ধরিয়া সর্বশুদ্ধ ২০৬ খানি অস্থি রহিয়াছে। নিম্নলিখিত রাসায়নিক উপাদান দ্বারা অস্থি গঠিত হয়-

জৈব পদার্থ—	কোলাজেন	৩৩%
অজৈব পদার্থ—	ক্যালসিয়াম ফসফেট	৫৭%
	ক্যালসিয়াম কার্বনেট	৭%
	ক্যালসিয়াম ফ্লুওরাইড ম্যাগনেসিয়াম ফসফেট	৩%
		১০০

অস্থি-সমূহের বাহিরের অংশ দৃঢ় ও ঘনীভূত তন্তু দ্বারা এবং উহার ভিতরের অংশ এক প্রকার নরম তন্তু দ্বারা (Marrow) নির্মিত। ইহা ছাড়া অস্থির গায়ের চারিদিকে এক প্রকার পর্দা (Periosteum) থাকে এবং ঐ পর্দা ভেদ করিয়া রক্তবহা-নাড়ী সকল অস্থির ভিতরে প্রবেশ করে এবং অস্থিকোষ সমূহে রক্ত চলাচলের ব্যবস্থা করে। কংকালে চারি প্রকারের অস্থি দেখিতে পাওয়া যায়—(১) **লম্বা অস্থি** (Long bone), (২) **ছোট অস্থি**

(Short bone), (৩) চ্যাপ্টা অস্থি (Flat bone) (৪) অসম অস্থি (Irregular bone)।

অস্থির কার্য—(১) দেহের কাঠামো প্রস্তত করিয়া দেহের কোমল অংশগুলিকে ঠিকমত সাজাইয়া রাখে। (২) কঠিন আবরণ গঠন করিয়া দেহের সূক্ষ্ম কোমল এবং অতি প্রয়োজনীয় যন্ত্রগুলিকে রক্ষা করে। (৩) ইহার উপরেই পেশীগুলি উৎপন্ন হয় এবং উহাতেই বাঁধা থাকিয়া অংগ সঞ্চালন কার্যে সহায়তা করে। (৪) মজ্জার ভিতরে এক প্রকার রক্ত-কণিকা উৎপন্ন হয় বলিয়া কেহ কেহ বলিয়া থাকেন।

(B) **সন্ধিবন্ধনী** (Ligaments)—দুই বা ততোধিক অস্থির সন্ধিস্থলে দড়ির মত কতকগুলি তন্তু দ্বারা অস্থিগুলি বাঁধা থাকে। এই তন্তুগুলিকেই সন্ধি-বন্ধনী বলা হয়।

সন্ধিবন্ধনীর কার্য—যথাস্থানে সন্নিবিষ্ট অস্থিগুলিকে পরস্পর বাঁধিয়া রাখিয়া কাঠামোর আকার বজায় রাখে।

(C) **তরুণাস্থি** (Cartilage)—ইহা দুই রকমের হইয়া থাকে। (১) **স্থায়ী** (Permanent)—ইহা বরাবরই একই অবস্থায় থাকে, এবং কখনও অস্থিতে পরিণত হয় না। (২) **অস্থায়ী** (Temporary)—পরিণামে ইহা অস্থিতে পরিবর্তিত হয়।

তরুণাস্থির কার্য—(১) দৃঢ় অথচ নমনীয় অংশ-বিশেষ গঠনে ব্যবহৃত হয়। (২) সন্ধিস্থলে অস্থি সমূহের মধ্যে থাকিয়া মারাত্মক আঘাতেও অস্থি সকল যাহাতে পরস্পর ধাক্কা লাগিয়া ভাঙ্গিয়া না যায়, তাহার ব্যবস্থা করে। (৩) সন্ধিস্থলের গর্তগুলিকে (Sockets) গভীরতর করে। (৪) সন্ধিস্থলে থাকিয়া রোধের (Friction) পরিমাণ কমাইয়া দেয় এবং অস্থি সকলকে সহজে সঞ্চালিত হইতে দেয়।

(D) সন্ধি (Joints)—কার্য :—সন্ধিগুলির সাহায্যে দেহকে ইচ্ছামত বাঁকাইতে পারা যায়। মানবদেহের সন্ধিগুলিকে নিম্নলিখিত প্রকারে ভাগ করা হয়—

Q. 2. What is meant by the human Skeleton? Give a description of its construction mentioning the names of some of the important bones that take part in it.

Ans. মানবদেহের অস্থি সংখ্যা প্রায় দুই শতেরও অধিক। এই অস্থিগুলিকে যথাস্থানে সন্নিবেশিত করিয়া ঠিকমত সাজাইলে যে কাঠামো উৎপন্ন হয় তাহাই কংকাল বা (Skeleton)।

কংকালে অতি প্রয়োজনীয় তিনটি গহ্বর দেখিতে পাওয়া যায়। মাথায় **করোটি গহ্বর**, বক্ষে **বক্ষোগহ্বর** এবং বাস্তুতে **বস্তিগহ্বর**। বক্ষোগহ্বর ও বস্তিগহ্বর এই দুই লইয়া **দেহকাণ্ড** (Trunk)। দেহকাণ্ড ও করোটির পশ্চাৎস্থিত মেরুদণ্ডের সাহায্যে ইহারা যথাস্থানে সাজান থাকে। দেহকাণ্ডের ঊর্ধ্বাংশের দুই পাশে দুইটি হাত, **অক্ষকাস্থি** (Clavicle) ও **অংসফলক** (Scapula) দ্বারা সংযুক্ত থাকে। দেহকাণ্ডের নিম্নাংশের দুই পাশে দুইটি পা সংযুক্ত থাকে। নিম্নে নরকংকালের অস্থি সমূহের নাম ও সংক্ষিপ্ত পরিচয় দেওয়া হইল—

মস্তকে (সর্বশুদ্ধ—২৮টি)

(A) **করোটিতে—৮টি**
(i) ফ্রন্টাল—১
(ii) অক্সিপিটেল—১
(iii) প্যারাযেটেল—২
(iv) টেম্পোরেল—২
(v) স্ফিনয়েড্—১
(vi) এথময়েড—১

(B) **মুখমণ্ডলে—১৪টি**
(i) ন্যাজাল—২
(ii) ম্যাণ্ডিবল—১
(iii) ল্যাক্রাইম্যাল—২
(iv) প্যালেট—২
(v) টারবিনেটেড—২
(vi) ম্যাগজিলারী—২
(vii) ভোমার—১

(C) **কানে— ৬টি**
(i) ম্যালিয়্যাস—২
(ii) ইংকাস্—২
(iii) ষ্টেপস্—২

দেহকাণ্ডে— সর্বশুদ্ধ—৫৪টি)

(A) **মেরুদণ্ডে—২৬টি**
(i) সারভাইক্যাল কশেরুকা—৭
(ii) ডরসল কশেরুকা—১২
(iii) লাম্বার কশেরুকা—৫
(iv) সেক্রাম—১
(v) কক্সিক্স—১

(B) **পাঁজরায়—২৪টি**

(C) **হাইঅয়েড—১টি**

(D) **ষ্টার্ণাম—১টি**

(E) **হিপ্‌বোন্—২টি**

প্রত্যংগে (সর্বশুদ্ধ ১২৪টি

(A) **হস্তে— ৬৪টি**
(i) ক্ল্যাভিকল্—২
(ii) স্ক্যাপুলা—২
(iii) হিউমারাস্—২
(iv) আল্‌না—২
(v) রেডিয়াস্—২
(vi) কার্পেল্—১৬
(vii) মেটাকার্পেল—১০
(viii) ফ্যালাংস—২৮

(B) **পদে— ৬০টি**
(i) ফিমার—২
(ii) প্যাটেলা—২
(iii) টিবিয়া—২
(iv) ফিবুলা—২
(v) টার্‌সেল—১৪
(vi) মেটাটারসেল—১০
(vii) ফ্যালাংস্—২৮

১)

- **উপচর্ম (Epidermis)**
  - (১) ত্বকের সর্বাপেক্ষা বাহিরের স্তর।
  - (২) ঘন আচ্ছাদক তন্তু দিয়া গঠিত।
  - (৩) শৃংগযুক্ত এবং স্বচ্ছ।
  - (৪) স্নায়ু এবং রক্তবহানালী থাকে না।
  - (৫) ঘর্ষণের ফলে ইহার উপরিভাগ খুস্কির মত অবিরত উঠিয়া যায়।
  - (৬) ভিতরের অংশ রক্ষা করা ইহার কার্য।
- **রঞ্জন স্তর (Mucosum)**
  - (১) অপেক্ষাকৃত কোমল এবং অল্প স্বচ্ছ।
  - (২) রঞ্জনকোষ (Pigment cells) যুক্ত।
  - (৩) চর্ম রঞ্জিত করে।
- **চর্ম (Dermis)**
  - (১) ত্বকের সর্বাপেক্ষা ভিতরের স্তর।
  - (২) আলগা আচ্ছাদক তন্তু দিয়া গঠিত।
  - (৩) ইহাতে বহুসংখ্যক স্নায়ুপ্রান্ত এবং রক্তবহানালী থাকে।
  - (৪) ইহাতে ঘর্মগ্রন্থি, মেদগ্রন্থি, কেশমূল প্রভৃতি থাকে।
- **গ্রন্থি (Glands)**
  - **ঘর্ম (Sweat)**
    - (১) চর্মের গভীরতর প্রদেশে অবস্থিত।
    - (২) দেহের সর্বত্রই প্রচুর পরিমাণে থাকে।
    - (৩) হাতে ও পায়ের তলায় অপেক্ষাকৃত অধিক।
    - (৪) প্রত্যেক গ্রন্থিতে কুণ্ডলীর ন্যায় একটি গঠন থাকে।
    - (৫) নিঃসারক নল
      - (১) চর্মের ভিতর সরল।
      - (২) উপচর্মে মোচড়ান।
      - (৩) বাহিরে ছিদ্রাকার মুখ।
    - (৬) ঘর্ম নিঃসারণ করে।
  - **মেদ (Sebaceous)**
    - (১) কেশের টবের সহিত সংযুক্ত।
    - (২) সিবাম (Sebum) নামক এক প্রকার তৈলাক্ত পদার্থ উহা হইতে ক্ষরিত হয়।
    - (৩) সিবাম কেশ ও ত্বক্‌কে মসৃণ করে।
- **নখ (Nails)**
  - (১) অংগুলী-প্রান্তস্থিত স্থূল ও দৃঢ় পদার্থ।
  - (২) উপচর্মেরই ঘনীভূত অংশ।
  - (৩) ত্বক ও নখের সংযোগ স্থলে নখের বৃদ্ধি ঘটে।
  - (৪) পশ্চাতের বৃদ্ধি উহাকে সম্মুখে ঠেলিয়া দেয়।
  - (৫) যাহার উপর নখ থাকে তাহাকে নখশয্যা (Nail-bed) বলে।
  - (৬) নখের আগায় কোন স্নায়ু থাকে না, তাই নখ কাটিলে বেদনা বোধ হয় না।
- **কেশ (Hair)**
  - (১) প্রত্যেক কেশের মূল চর্মের [illegible] ছোট ছোট কোটরের মধ্যে থাকে।
  - (২) কোটরগুলিকে কেশের [illegible] (Hair follicle) বলে।

[illegible] শেশীতন্তুদ্বারা গঠিত। বাইসেপস, ট্রাইসেপস [illegible]

[illegible] পেশী (Involuntary muscle)—এই পেশীগুলি [illegible] সাহায্যে ইচ্ছামত সংকুচিত ও প্রসারিত করিতে পারা যায় না। [illegible] পেশীতন্তুদ্বারা গঠিত। রক্তবহানাড়ী, অন্ত্র, মূত্রাশয় [illegible] অনারত পেশী থাকে। হৃদয়ের অনারত পেশী একটু ভিন্ন [illegible] চিহ্নিত পেশী তন্তুদ্বারা গঠিত এবং উহার কোন আবরণ (Sarcolemma) [illegible]। চিহ্নিত হইলেও চিহ্নগুলি নিয়মিত নহে। চতুষ্কোণ কোষগুলি [illegible] হলেই শাখাযুক্ত এবং প্রত্যেক কোষের মধ্যস্থলে একটি [illegible] থাকে।

Q. 4. Describe the structure of the skin. What office dose it perform ?

Ans. ১ নং Table এ ত্বকের গঠন প্রদর্শিত হইল—

*　　*　　*

ত্বকের কার্য—(১) সংজ্ঞা বহন করা ; (২) দেহের আচ্ছাদন স্বরূপ [illegible] ভিতরের যন্ত্রগুলিকে বাহিরের আঘাত হইতে রক্ষা করা ; (৩) দেহের উত্তাপের [illegible] রক্ষা করা ; (৪) ঘর্মের সাহায্যে ভিতরের বহু দূষিত পদার্থ বাহির করিয়া দেওয়া ; (৫) সামান্ত পরিমাণে কার্বন-ডাই-অক্সাইড বাহির করা ; (৬) তৈলাক্ত পদার্থ শোষণ করা।

Q. 5. What is meant by the term food ? What are the several kinds of food that are taken

by human beings? State the function served by each of them.

Ans. খাদ্য—(Food)—যাহা দ্বারা দেহের ক্ষয় নিবারণ, পুষ্টি ও বৃদ্ধি সাধন এবং দেহ-মধ্যস্থ প্রশ্বাসের অক্সিজেন সংস্পর্শে তাপ উৎপাদন—এই তিনের একটি কার্যও সিদ্ধ হয়, তাহাই খাদ্য। আর যাহা দ্বারা এগুলো হয় না, তাহা মুখরোচক হইলেও প্রকৃত খাদ্য নহে।

সাধারণতঃ আমরা ছয় রকমের খাদ্য খাইয়া থাকি—(১) আমিষ জাতীয় (Proteins); (২) শর্করাজাতীয় (Carbo-hydrates); (৩) স্নেহজাতীয় (Fats and oils); (৪) লবণজাতীয় (Salts); (৫) জল (Water) (৬) ভাইটামিন (Vitamines)।

(১) আমিষ জাতীয় খাদ্য (Proteins)—মাছ, মাংস, ডিম, দুধ, ডাল প্রভৃতি এই জাতীয় খাদ্য। নাইট্রোজেন, কার্বন, অক্সিজেন ও গন্ধক—প্রোটিনের মূল উপাদান। ক্ষয়পূরণ ও দেহের বৃদ্ধি সাধনের জন্য প্রোটিন জাতীয় খাদ্য অত্যাবশ্যক। ইহা নাইট্রোজেন সরবরাহ করিয়া দেহকে পুষ্ট ও বর্ধিত করে। এই জাতীয় খাদ্য ব্যতীত মানুষের পক্ষে নাইট্রোজেন অন্য কোথাও হইতে পাইবার উপায় নাই। এই জাতীয় খাদ্যের অভাবে দেহ শীর্ণ হইয়া পড়ে এবং রোগের আক্রমণ প্রতিরোধ করিতে অক্ষম হইয়া ধ্বংস প্রাপ্ত হয়।

(২) শর্করা জাতীয় খাদ্য (Carbo-hydrates)—আলু, চিনি, গুড়, চাউল, ময়দা, সাগু, বার্লি প্রভৃতি এই জাতীয় খাদ্য। কার্বন, হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন—শর্করা জাতীয় খাদ্যের মূল উপাদান। শর্করা-জাতীয় খাদ্য শরীরে তাপ উৎপাদন করিয়া দেহকে কর্মক্ষম করে। ইহা দ্বারা দেহের [illegible] এই জাতীয় খাদ্য অধিক [illegible] অজীর্ণ রোগোৎপত্তির [illegible]

(ঙ) ভাইটামিন (Vitamines)—ভাইটামিনকে বাংলা ভাষায় খাদ্য-প্রাণ বলা হয়। ইহার অভাবে খাদ্য নিস্তেজ হইয়া পড়ে এবং দেহের পুষ্টি ও বর্ধনাদি কার্য সম্যক্‌রূপে করিতে পারেনা। ইহার অভাবে দেহ দুর্বল হইয়া পড়ে; দেহের রোগ প্রতিষেধ করিবার শক্তি হ্রাস পায় এবং ফলে বিশেষ বিশেষ রোগের আক্রমণে মৃত্যু ঘটে। ঢেঁকিছাটা-চাল, ডাল, দুধ, মাছ, ডিম এবং বিশেষ করিয়া ফলমূল, শাক-সব্‌জি প্রভৃতি প্রকৃতি-প্রদত্ত খাদ্যে প্রচুর পরিমাণে ভাইটামিন থাকে। অধিক সিদ্ধ ও পরিশুদ্ধ করিলে খাদ্যের ভাইটামিন নষ্ট হইয়া যায় এবং উহা অসার হইয়া পড়ে। এ, বি, সি, ডি, ই,—এই পাঁচ প্রকারের ভাইটামিনের সন্ধান পাওয়া গিয়াছে।

ভাইটামিন "এ"—(i) পাকাফল, শাকসব্জি, বিলাতি বেগুন, গাজর, বাঁধাকপি, পালংশাক, দুধ, মাখন, ডিমের কুসুম, কড্‌লিভার অয়েল, প্রভৃতিতে প্রচুর পরিমাণে থাকে।

(ii) ইহার অভাবে রোগ-প্রতিষেধ শক্তি হ্রাস পায়, চক্ষু নষ্ট হইয়া যায় এবং দেহের পুষ্টি ঘটে না।

ভাইটামিন "বি"—(i) বিলাতি-বেগুন, বেগুন, আলু, শিম-বীজ, দুধ, মাছ, ডিম, নারিকেল, খেজুর প্রভৃতিতে প্রচুর পরিমাণে থাকে।

(ii) ইহার অভাবে অজীর্ণ, বেরিবেরি প্রভৃতি রোগ উৎপন্ন হয়।

ভাইটামিন "সি"-(i) সবুজ শাকসব্জি, কমলালেবু, আনারস, কুল, পেয়ারা, ডাব, শশা, শাঁক আলু, বিলাতি-বেগুন, শিম, ছোলা, মুগের অংকুর প্রভৃতিতে প্রচুর পরিমাণে থাকে।

(ii) ইহা রক্ত পরিষ্কার করে এবং সংক্রামক রোগ প্রতিষেধ করিবার ক্ষমতা বৃদ্ধি করে। ইহার অভাবে স্কার্ভিরোগ উৎপন্ন হয়।

ভাইটামিন "ডি"—(i) দুধ, ঘি, মাখন, ডিমের কুসুম, মাছ, মাছের কড্‌লিভার অয়েল প্রভৃতিতে প্রচুর পরিমাণে থাকে।

(ii) ইহার অভাবে হাড় পুষ্ট হইতে পারে না এবং শিশুদিগের রিকেটস্‌ নামক এক সাংঘাতিক রোগ উৎপন্ন হয়।

ভাইটামিন "ই"—(i) অলিভ্‌অয়েল, গম, যব, চর্বি, মাংস প্রভৃতি খাদ্যে প্রচুর পরিমাণে থাকে।

(ii) ইহার অভাবে সন্তানোৎপাদিকা শক্তি লোপ পায়।

Q. 6. (a) Give a description of the organs that are connected with the process of digestion and (b) state how they help in digesting the several types of food.

Ans a **পৌষ্টিক নালীর** (Alimentary canal) মধ্যে খাদ্য পরিপাক হয়। ইহার ছয়টি অংশ—(১) **মুখগহ্বর**, (২) **ফ্যারিংস্‌**, (৩) **অন্ননালী**, (৪) **আমাশয়**, (৫) **ক্ষুদ্রান্ত্র** (৬) **বৃহদন্ত্র**। নিম্নে প্রত্যেক অংশের বিশেষ পরিচয় দেওয়া হইল।

(১) **মুখগহ্বর** Buccal cavity)—এই গহ্বরের সম্মুখে ষোল ষোলটি করিয়া দুই পাটিতে **বত্রিশটি দাঁত**, পশ্চাতে **ফ্যারিংস্‌**, উর্ধ্বে **তালু** এবং নিম্নে **জিহ্বা** থাকে। দাঁতের প্রত্যেক পাটির সম্মুখভাগে চারিটি করিয়া **ছেদন দন্ত** Incisor , উহাদের দুইপাশে একটি একটি করিয়া দুইটি **শ্বদন্ত** (Canines) এবং উহাদের পরে দুইপাশে পাঁচটি পাঁচটি করিয়া দশটি **পেষণদন্ত** (Molars) থাকে।

তালুর দুই অংশ—সম্মুখের কঠিন অংশকে **কঠিনতালু** (Hard palate) এবং পশ্চাতের নরম অংশকে **নরম তালু** (Soft palate) বলে। জিহ্বা

গলদেশ হইতে বাহির হইয়া দাঁত পর্যন্ত বিস্তৃত। ইহার তলদেশ যেরূপ মসৃণ, উপরিভাগ তেমন নয়। উহার উপরে বালুকা কণার স্থায় ছোট ছোট কোরক থাকে, তাহাকে স্বাদকোরক (Taste bud) বলা হয়।

(২) ফ্যারিংস্ (Pharynx)—মুখগহ্বর, শ্বাসনল (Trachea), অন্ননালী, নাসাপথ ও কর্ণদুইটি হইতে আগত ইউষ্টেকিয়ান টিউব দুইটি—এই ছয়টি নালার সংযোগ স্থলকেই ফ্যারিংস্ বলা হয়। ইহার দুইপাশে তালুগ্রন্থি (Tonsil) এবং উপরে আল্‌জিব (Uvula)।

(৩) অন্ননালী (Aesophagus)—ফ্যারিংস্ ও আমাশয়ের মধ্যবর্তী পৌষ্টিকনালীর অংশ বিশেষকে অন্ননালী বলা হয়। ইহার কিয়দংশ মধ্যচ্ছদার (Diaphragm) উপরে এবং কিয়দংশ উহার নিম্নে থাকে। এই নিম্নাংশই আমাশয়ের সহিত যুক্ত থাকে।

(৪) আমাশয় (Stomach)—ইহা উদর গহ্বরের (Abdominal cavity) বামদিকে অবস্থিত, ভিস্তির মশকের স্থায় আকৃতি বিশিষ্ট, পৌষ্টিকনালীর অংশ বিশেষ। ইহার দুইটি মুখ। যে মুখটি হৃদয়ের দিকে এবং অন্ননালীর সহিত সংযুক্ত, তাহাকে কার্ডিয়াক্ অরিফিস (Cardiac orifice) এবং যে মুখটি অন্ত্রের সহিত সংযুক্ত তাহাকে পাইলরিক অরিফিস (Pyloric orifice) বলা হয়। ইহার প্রাচীর তিনটি স্তর দিয়া গঠিত। বাহিরের স্তরটি মসৃণ ও পিচ্ছিল, মধ্যের স্তর পেশী নির্মিত এবং ভিতরের স্তর অসংখ্য গ্রন্থি (Follicle) যুক্ত পাতলা আবরণের মত।

(৫) ক্ষুদ্রান্ত্র (Small intestine)—উদর গহ্বরের নিম্নাংশে ক্ষুদ্রান্ত্র অবস্থিত। ইহা আমাশয়ের সহিত সংযুক্ত এক-ইঞ্চি-ব্যাস বিশিষ্ট প্রায় কুড়ি ফিট লম্বা একটি নল মাত্র। ইহার প্রাচীরের গঠন আমাশয়ের প্রাচীরের গঠনের অনুরূপ।

(ঙ) বৃহদন্ত্র (Large intestine)—ক্ষুদ্রান্ত্রের সহিত সংযুক্ত পৌষ্টিক নালীর অবশিষ্ট অংশকেই বৃহদন্ত্র বলা হয়। ইহা অপেক্ষাকৃত বেশী চওড়া এবং প্রায় পাঁচ ফুট লম্বা। ইহা ক্ষুদ্রান্ত্রকে তিনদিকে বেষ্টন করিয়া থাকে। ইহার উর্দ্ধমুখ অংশটিকে এ্যাসেণ্ডিং কোলন্ (Ascending colon), আনুভূমিক অংশটিকে ট্র্যান্সভার্স কোলন্ (Transverse colon) এবং অধোমুখ অংশটিকে ডিসেণ্ডিং কোলন্ (Discending colon) বলা হয়; ইহার শেষ প্রান্তকে রেক্‌টাম্ (Rectum) বলে।

(b) মুখগহ্বরে ক্রিয়া—

কঠিন খাদ্য মুখগহ্বরে প্রবেশ করিলে পর উহা দন্তদ্বারা চর্বিত হয় এবং জিহ্বা উহাকে নাড়িয়া চাড়িয়া দন্তের চর্বণ কাযে সহায়তা করে। এই সময় সাব্‌লিংগুয়্যাল (Sublingual) ও সাব্‌ম্যাগ্‌জিলারি (Submaxillary) গ্রন্থিদ্বয় হইতে নিঃসৃত লালা খাদ্যকে পিচ্ছিল করে এবং প্যারোটিড্ (Parotid) ও সাব্‌ম্যাগ্‌জিলারি গ্রন্থিদ্বয় নিঃসৃত পাতলা রসে টায়ালিন্ (Ptyalin) নামক যে এন্‌জাইম (Enzyme) থাকে তাহার ক্রিয়ায় খাদ্যস্থিত শ্বেতসারের কিয়দংশ মাল্‌টোস (Maltose) নামক চিনিতে পরিণত হয়। এইবার এই চর্বিত খাদ্য গিলিয়া ফেলা হয়। এপিগ্লটিস (Epiglottis) শ্বাসনলের মুখ বন্ধ করিয়া দেয় এবং খাদ্য অন্ননালীর ভিতর দিয়া আমাশয়ে (Stomach) আসিয়া পৌছায়।

আমাশয়ে ক্রিয়া—

এই সময় আমাশয়ের ভিতরের-গাত্রস্থিত গ্রন্থি সমূহ হইতে গ্যাস্‌ট্রিক জুস্ (Gastric juice) নির্গত হয়। পেপ্‌সিন্-হাইড্রোক্লোরিক-এ্যাসিড্ (Pepsin-hydrochloric-acid) ইহার উপাদান। আমাশয় প্রাচীরের মধ্যস্তরের পেশীসমূহ উহার মধ্যে একটা আলোড়নের (Peristaltic movement) সৃষ্টি করে। এই আলোড়নে গ্যাস্‌ট্রিক জুস্ (Gastric juice) খাদ্যের

অলে। দক্ষিণ নিলয় রক্তে পরিপূর্ণ হইবা মাত্র উহা সংকুচিত হয়, ত্রিপত্রীযুক্ত কপাটিকা বন্ধ হইয়া যায় এবং অর্ধচন্দ্র কপাটিকা খুলিয়া রক্ত ফুসফুসের ধমনী দিয়া ফুসফুসে চলিয়া যায়। ফুসফুসে এই দূষিত রক্ত অক্সিজেন সংস্পর্শে বিশুদ্ধ হইয়া ফুসফুসীয় শিরার সাহায্যে এবং অলিন্দের প্রসারণ জনিত আকর্ষণে বাম অলিন্দে ফিরিয়া আসে। বাম অলিন্দ রক্তে পরিপূর্ণ হইবা মাত্র উহা সংকুচিত হয় এবং সংকোচনের চাপে রক্ত দুইপাল্লাযুক্ত কপাটিকা খুলিয়া বাম নিলয়ে চলিয়া আসে। বাম নিলয় রক্তে পরিপূর্ণ হইবামাত্র উহা সংকুচিত হয়, দুইপাল্লাযুক্ত কপাটিকা বন্ধ হইয়া যায় এবং অর্ধচন্দ্র কপাটিকা খুলিয়া রক্ত মহাধমনীতে প্রবেশ করে এবং তথা হইতে অসংখ্য শাখাপ্রশাখা ও জালকের ভিতর দিয়া দেহের প্রত্যেক কোষকে অক্সিজেন ও খাদ্যের সারাংশ প্রদান করে। এই সময় কার্বন-ডাই-অক্সাইড ও কোষের অন্যান্য দূষিত পদার্থের সংস্পর্শে রক্ত দূষিত হয়। দূষিত-রক্ত জালক ও অসংখ্য শিরা উপশিরার ভিতর দিয়া অবশেষে ঊর্ধ্ব বা নিম্ন মহাশিরায় পৌঁছায়। এইস্থান হইতে অলিন্দের প্রসারণ জনিত আকর্ষণে, রক্ত দক্ষিণ অলিন্দে ফিরিয়া আসে। এই প্রকারে রক্ত সঞ্চালনের চক্র (Cardiac cycle) সম্পূর্ণ হয়।

Q. 8. Describe the composition of blood and mention some of its functions.

Ans. ২ নং Table এ রক্তের সংক্ষিপ্ত পরিচয় প্রদত্ত হইল—

* * *

Q. 9. What are the special organs of respiration? State how they help in bringing about the phenomenon.

Ans. (a) (i) শ্বাসনালী (Wind pipe) ও (ii) ফুসফুস (Lungs)—এই দুইটির দ্বারাই শ্বাসকার্য সাধিত হয়। শ্বাসনালীর দুইটি অংশ—উপরের

TABLE No. 2.

রক্ত (Blood)
গঠন
তরল রক্ত
রক্তরস (Plasma)
জল, লবণ, অ্যালবুমিন্, গ্লবিউলিন, ফাইব্রিনোজেন ইহার উপাদান]
রক্ত কণিকা (Blood corpuscle)
লোহিত (Red)
(১) গোলাকার, মধ্যস্থলে কিছু চ্যাপ্টা।
(২) ব্যাস ১/৩২০০ ইঞ্চি।
(৩) একসঙ্গে জড় হইয়া থাকে।
(৪) ইহার প্রধান উপাদান হিমোগ্লোবিন, লৌহ ও প্রোটিনের সংমিশ্রণে গঠিত এবং কোষগুলির মধ্যে অক্সিজেন পরিবেশক।
(৫) অক্সিজেনযুক্ত হিমোগ্লোবিন Oxy-Haemoglobin) গাঢ় রক্ত বর্ণ।
(৬) লোহিত কণিকা লোহিত-মজ্জায় গঠিত হয়।
(৭) পুরাতন কণিকা প্লীহায় বিনষ্ট হয়।
অণুচক্রিকা (Blood-plate-lets)
(১) ইহারা দেখিতে চাকতির মত।
(২) লোহিত কণিকা অপেক্ষা ছোট।
(৩) ৪০টি লোহিত কণিকার সহিত একটি অণুচক্রিকা থাকে।
(৪) ইহাদের রঙ নাই।
(৫) কোন স্থান কাটিয়া গেলে ঐ স্থানে রক্ত জমাইবার চেষ্টা করে।
শ্বেত (White)
(১) নানা আকারের হয়।
(২) লোহিত কণিকা অপেক্ষা বড়।
(৩) ব্যাস ১/২৫০০ ইঞ্চি।
(৪) স্বাধীন ভাবে চলিয়া বেড়ায়।
(৫) মৃত কোষগুলিকে খাইয়া ফেলে এবং জীবিত কোষগুলি যাহাতে বর্ধিত হইয়া উহাদের শূন্য স্থান পূর্ণ করে তাহার ব্যবস্থা করে।
(৬) ফুসফুসের ভিতর ধূলা, বালি পড়িলে পরিষ্কার করিয়া দেয়।
(৭) জীবাণু ধ্বংস করিতে চেষ্টা করে, এবং অসমর্থ হইলে নিজেরাই মরিয়া যায়।
(৮) লোহিত মজ্জায় ইহারা উৎপন্ন হয়।
(৯) লসিকাগ্রন্থি এবং তালুগ্রন্থিতেও
জমাট রক্ত (Coagul-ated blood)
সেরাম (Serum)
জল
লবণ
আলবুমেন
ফাইব্রিণ (Fibrin)
জাল জাল অংশ
কণিকা (Corpuscle)
রক্ত, শ্বেত
উপকারিতা
(১) শ্বেত রক্তকণিকার সাহায্যে জীবাণুর আক্রমণ হইতে রক্ষা করে।
(২) অণুচক্রিকার সাহায্যে রক্ত জমাইয়া রক্তপাত বন্ধ করে।
(৩) লোহিত কণিকার সাহায্যে ফুসফুস হইতে অক্সিজেন এবং অন্ত্র হইতে খাদ্যের সারাংশ দেহকোষে সরবরাহ করে।
(৪) দূষিত বাষ্প ও অন্যান্য দূষিত পদার্থ দেহ হইতে বাহির করিয়া দেয়।
(৫) স্বাস্থ্য অটুট রাখে

বিজারণী স্বরযন্ত্র (Larynx) এবং পরবর্তী অংশ ট্রেকিয়া (Trachea) ট্রেকিয়ার নিম্নতম প্রান্ত হইতে দুইটি শাখা-নালী বাহির হইয়া বামে ও দক্ষিণে চলিয়া যায়। ইহাদিগকে ব্রংকাই (Bronchi) বলা হয়। ব্রংকাই অসংখ্য শাখা-প্রশাখায় (Bronchioles) বিভক্ত হইয়া ফুস্‌ফুস্ দুইটির মধ্যে প্রবেশ করে এবং সূক্ষ্মাতিসূক্ষ্ম ভাগে বিভক্ত হইয়া ফুস্‌ফুস্‌স্থিত এক একটি বায়ুপূর্ণ থলিতে (Air sac) গিয়া শেষ হয়।

(iii) ফুস্‌ফুস্ (Lungs)—বক্ষোগহ্বরের মধ্যে হৃৎপিণ্ডের দুইপাশে দুইটি ফুস্‌ফুস্ থাকে। ফুস্‌ফুস্ দুইটি প্লুরা (Pleura) নামক একটি আবরণ দ্বারা আবৃত। দক্ষিণ ফুস্‌ফুস্, বাম ফুস্‌ফুস্ অপেক্ষা বড় এবং তিন খণ্ডে বিভক্ত বাম ফুস্‌ফুস্ দুই খণ্ডে বিভক্ত। ফুস্‌ফুস্ কতকগুলি বায়ুপূর্ণ থলির সমষ্টিমাত্র থলিগুলির পাতলা আবরণের উপর অসংখ্য জালক বিস্তৃত থাকে।

(b) শ্বাসকার্য—শ্বাসকার্যে আমরা বাতাস হইতে অক্সিজেন গ্রহণ করিয়া কার্বন-ডাই-অক্সাইড পরিত্যাগ করি। প্রশ্বাস গ্রহণের সময় আমাদের মধ্যচ্ছদার (Diaphragm) ও পাঁজরার পেশীগুলি সংকুচিত হওয়া বক্ষোগহ্বরের আয়তন বর্ধিত হয়। বক্ষোগহ্বরের ভিতরের চাপ বাহিরের চাপ অপেক্ষা কমিয়া যায়। তাই ভিতর ও বাহিরের চাপের সমতা রক্ষা জন্য নাক বা মুখ ও শ্বাসনালী দিয়া বাতাস ফুস্‌ফুসে আসিয়া উহার বায়ুপূর্ণ সমূহে প্রবেশ করে। এই সময় এই থলির গাত্রস্থিত জালকের রক্ত বাতাস হইতে অক্সিজেন গ্রহণ করে এবং উহাদের পরিত্যাক্ত কার্বন-ডাই-অক্সাইডে ও জলীয় বাষ্পে ফুস্‌ফুস্ পূর্ণ হয়।

নিঃশ্বাস-ত্যাগের সময় মধ্যচ্ছদার ও পাঁজরার পেশীসমূহ প্রসারিত হয় বক্ষোগহ্বরের আয়তন কমিয়া যায়, ভিতরের চাপ বাহিরের চাপ বেশী হয় এবং ভিতর ও বাহিরে চাপের সমতা রক্ষার জন্য ফুস্‌ফুসের ক ডাই-অক্সাইড-পূর্ণ ও জলীয়-বাষ্প-পূর্ণ বাতাস শ্বাসনালী, ও নাক বা মুখ

বাহির হইয়া যায়। ফুসফুস্ এইরূপে মিনিটে ১৫-১৮ বার সংকুচিত ও প্রসারিত হয়।

Q. 10. Describe the structure and function of a nerve and state what you know about the nervous system.

Ans (a) (i) **স্নায়ুর গঠন**—এক একটি **স্নায়ু** (Nerve) কতকগুলি **স্নায়ুতন্তু** (Nerve fibres) এবং এক একটি তন্তু কতকগুলি **স্নায়ুকোষের** (Nerve-cell) সমষ্টিমাত্র। প্রত্যেক স্নায়ু-কোষের মধ্যস্থলে এক একটি **নিউক্লিয়াস** (Nucleus) থাকে। কোষের **প্রোটোপ্লাজ্‌ম** (Protoplasm একদিকে সূত্রাকারে বর্ধিত হয়। এই বর্ধিত অংশের নাম **অক্সোন** (Oxone)। অক্সোনের বিপরীত দিকেও প্রোটোপ্লাজ্‌ম বর্ধিত হইয়া অপেক্ষাকৃত ক্ষুদ্র কতকগুলি সূত্র উৎপন্ন করে—ইহারা **ডেনড্রন্** (Dendron) অক্সোনের চারিদিকে একটি আবরণ (Medulla) জন্মায় এবং এই আবরণটি **নিউরিলেমা** (Neurilemma) নামক একটি পাতলা আবরণে আবৃত থাকে অক্সোনের মুক্ত প্রান্ত শাখা-প্রশাখায় বিভক্ত হয়। একটি কোষের অক্সো অন্য কোষের ডেনড্রনের সহিত সংযুক্ত হয়। কতকগুলি কোষ এই প্রকার সংযুক্ত হইয়া এক একটি স্নায়ুতন্তু বা স্নায়ুসূত্র উৎপন্ন করে। স্নায়ুসূত্রগুলি সংবদ্ধ হইয়া স্নায়ুতে পরিণত হয়।

(ii) **স্নায়ুর কার্য**—(১) **নার্ভতন্ত্র** (Nervous system) শরীরের যাবতী কার্য নিয়ন্ত্রিত করে। (২) **সংজ্ঞাবাহী** বা **অন্তর্বাহী** (Sensory or afferent **নার্ভ** মস্তিষ্কের দিকে উত্তেজনা চালিত করে। এবং উহাদের সাহায্যে বর্ণ শ্রবণ, অস্তিত্ব প্রভৃতি যাবতীয় বিষয়ে আমরা জ্ঞানলাভ করিতে পারি (৩) **চালক** বা **বহির্বাহী** (Motor or efferent nerve) নার্ভ মস্তি

TABLE No. 3.

- স্নায়ু-তন্ত্র (Nervous System)
  - মস্তিষ্ক ও সুষুম্না কাণ্ড সম্বন্ধীয় (Cerebro-spinal)
    - মস্তিষ্ক (Brain)
      - (১) মূল মস্তিষ্ক (Cerebrum)
        - ১। বৃহত্তম ও শ্রেষ্ঠতম অংশ।
        - ২। জ্ঞান, বুদ্ধি, অনুভূতি, স্মৃতি প্রভৃতির উৎপত্তিস্থল।
        - ৩। উপরিভাগ ধূসরবর্ণের অসংখ্য স্নায়ুকোষ দ্বারা গঠিত।
        - ৪। ইহার উপরিভাগে অসংখ্য ভাঁজ (Convolutions) দেখিতে পাওয়া যায়।
        - ৫। যিনি যত চিন্তাশীল ও বুদ্ধিমান্ মূলমস্তিষ্কে ভাঁজের সংখ্যা তাঁর তত বেশী।
      - (২) ক্ষুদ্র মস্তিষ্ক (Cerebellum)
        - ১। মূল-মস্তিষ্কের নিম্নে ও পশ্চাতে অবস্থিত।
        - ২। মূল-মস্তিষ্ক অপেক্ষা আকারে ছোট।
        - ৩। দেহের গতিবিধি ইহাদ্বারা পরিচালিত হয়।
      - (৩) সুষুম্না-শীর্ষক (Medulla)
        - ১। মস্তিষ্কের সর্বনিম্ন অংশ।
        - ২। শ্বাসযন্ত্র ও হৃদযন্ত্রের কাজ নিয়ন্ত্রিত করে।
        - ৩। ইহাদ্বারা মস্তিষ্কের সহিত সুষুম্নাকাণ্ডের যোগ সাধিত হয়।
    - সুষুম্না-কাণ্ড (Spinal chord)
      - ১। দৈর্ঘ্য প্রায় ১৮ ইঞ্চি।
      - ২। হাতের কনিষ্ঠার (Little finger) মত পুরু।
      - ৩। মেরুদণ্ডের মধ্যে সুরক্ষিত।
      - ৪। সুষুম্নাশীর্ষক হইতে ১ম লাম্বার কশেরুকা (1st lumbar vertebra) পর্যন্ত বিস্তৃত।
      - ৫। ইহা হইতে ৩১শ জোড়া স্নায়ু বহির্গত হইয়া দেহের সর্বত্র বিস্তৃত হয়
      - ৬। এই স্নায়ু-সমূহের প্রত্যেকটির দুইটি মূল; (a) সম্মুখের মূল (Anterior root); ইহা বহির্গামী (Efferent) স্নায়ুসূত্র দ্বারা গঠিত। (b) পশ্চাতের মূল (Posterior root); ইহা অন্তর্গামী (Afferent) স্নায়ুতন্তু দ্বারা গঠিত।
      - ৭। ইহা মস্তক ভিন্ন দেহের অপর সকল অংশকেই মস্তিষ্কের সহিত যুক্ত করে এবং ইচ্ছাধীন অংশগুলিকে নিয়ন্ত্রিত করে।
  - স্বতন্ত্র স্নায়ুতন্ত্র (Sympathetic system)
    - হৃৎপিণ্ড, পাকস্থলী প্রভৃতি দেহের যে সকল অংশ ইচ্ছাধীন নয় মস্তিষ্কের দ্বারা নিয়ন্ত্রিত হইলেও স্বতন্ত্র স্নায়ুতন্ত্র দ্বারাই ইহারা সাক্ষাৎভাবে পরিচালিত হয়।

হইতে উত্তেজনা বাহিরের দিকে চালনা করে এবং উহাদের সাহায্যে অঙ্গ-প্রত্যংগের যাবতীয় চেষ্টা পরিচালিত হয়।

মানব দেহের স্নায়ুতন্ত্রের বিভাগ ও বিশেষ বিবরণ ৩নং Tableএ প্রদত্ত হইল—

*　　　*　　　*

Q. 11. Describe the structure and function of the eye.

Ans. **চক্ষুর গঠন**—মুখমণ্ডলস্থিত দুইটি গোলাকার **কোটর** (Socket) মধ্যে দুই চক্ষু অবস্থিত। প্রত্যেক চক্ষুই দুইটি **পাতার** (Eye lids) দ্বারা আবৃত থাকে। অস্থি-নির্মিত কোটর ও এই পাতা চক্ষুকে রক্ষা করে। চক্ষুর পাতার প্রান্তদ্বয়ে যে কেশ থাকে তাহাও চক্ষুর রক্ষা কার্যেই নিযুক্ত থাকে।

চক্ষুর পাতায় পৃথক্ পৃথক্ দুইটি স্তর লক্ষ্য করিতে পারা যায়। প্রথম অর্থাৎ বাহিরের স্তরটি শরীরের চর্মেরই অংগীভূত এবং ভিতরের স্তরটি চক্ষু-গোলকের অব্যবহিত বাহিরের আবরণ। এই স্তরটিকে কন্‌জাংটিভা (Conjunctiva) বলা হয়।

চক্ষু গোলক (Eye ball) তিনটি আবরণের দ্বারা আবৃত। প্রথমটি **স্ক্লেরোটিক** (Sclerotic)। উহা শাদা, দৃঢ় এবং অস্বচ্ছ। ইহার সামনের কিয়দংশ স্বচ্ছ এবং উহাকে **কর্ণিয়া** (Cornea) বলা হয়। দ্বিতীয় অর্থাৎ মধ্যের আবরণটি **কোরয়্যাড্** (Choroid)। ইহা অসংখ্য ধমনী ও শিরার জালকে পরিপূর্ণ এবং কালো। তৃতীয় অর্থাৎ সর্বাপেক্ষা ভিতরের আবরণটি অসংখ্য স্নায়ুকোষ ও স্নায়ুসূত্র দ্বারা গঠিত। ইহাকে **অক্ষিপট** (Retina) বলা হয়। ইহারই সহিত **চক্ষুনার্ভ** (Optic nerve) সংযুক্ত থাকে। চক্ষু গোলকের মধ্যবর্তী কাচের মত স্বচ্ছ একটি **মণি** (Lens) গোলকটিকে দুইটি প্রকোষ্ঠে বিভক্ত করে। **অচ্ছোদ পটল** (Cornea) ও মণির মধ্যবর্তী

সম্মুখের প্রকোষ্ঠ, এ্যাকুয়্যাস হিউমার (Aqueous humour) নামক এক প্রকার স্বচ্ছ ও তরল পদার্থে পূর্ণ থাকে। মণি ও অক্ষিপট (Retina) মধ্যবর্তী পশ্চাতের প্রকোষ্ঠ, ভিট্রিয়াস হিউমার (Vitreous humour) নামক স্বচ্ছ ও তরল পদার্থে পরিপূর্ণ।

মণির ঠিক সম্মুখে, মধ্যস্থলে গোলাকার ছিদ্র বিশিষ্ট একটি কালো পর্দা থাকে। ঐ পর্দাটিকে **কনীনিকা** (Iris) এবং উহার ছিদ্রটিকে **তারারন্ধ্র** (Pupil) বলা হয়।

চক্ষুর কার্য—বাহিরের বস্তুবিশেষ হইতে আগত আলোক **অচ্ছোদ পটল** (Cornea), **এ্যাকুয়্যাস হিউমার** (Aqueous humour), **মণি** (Lens), **ভিট্রিয়াস হিউমার** (Vitreous humour)—এই স্বচ্ছ পদার্থগুলির মধ্য দিয়া অক্ষিপটের উপর পতিত হয় এবং ফলে বস্তুটি **অক্ষিপটের** (Retina) উপর প্রতিবিম্বিত হইয়া থাকে। আলোক সংস্পর্শে অক্ষিপট উত্তেজিত হয় এবং ঐ উত্তেজনা **চক্ষুনার্ভের** (Optic nerve) ভিতর দিয়া মস্তিষ্কের ভিতরে যায় এবং রূপের উত্তেজনা জাগাইয়া তুলে।

Q. 12. Describe the structure and function of the ear.

Ans. **কর্ণের গঠন**—কর্ণের তিনটি অংশ—(১) **বহিঃকর্ণ** (External ear), (২) **মধ্যকর্ণ** (Middle ear or tympanum) এবং (৩) **অন্তঃকর্ণ** (Internal ear or labyrinth)।

(১) **বহিঃকর্ণ**—যাহাকে আমরা সাধারণতঃ "কান" বলি তাহাই বহিঃকর্ণ। ইহা তরুণাস্থি দিয়া গঠিত এবং ইহার মধ্যভাগ হইতে একটি **নালী** (Auditory canal) ভিতরের দিকে চলিয়া গিয়াছে। এই নালীর শেষ প্রান্তে যে পর্দা

আছে তাহাকে **কর্ণপটহ** (Ear drum or tympanic membrane) বলা হয়।

(২) **মধ্যকর্ণ**—কর্ণপটহ হইতে মধ্যকর্ণের আরম্ভ। ইহাতে **ম্যালিয়াস্** (Malleus), **ইংকাস্** (Incus) ও **স্টেপ্‌স্** (Stapes) নামক অতি ছোট তিনখানি হাড় পরস্পরের সহিত অতি সুকৌশলে সংযুক্ত হইয়া মধ্যকর্ণের এক প্রান্ত হইতে অপর প্রান্ত পর্যন্ত বিস্তৃত থাকে। **ইউষ্টেকিয়ান্ নল** (Eustachian tube) সাহায্যে ইহার মধ্যে বায়ু চলাচল হয়। ম্যালিয়াস্ হাড়খানি কর্ণপটহের ভিতরের দিকের সহিত এবং ষ্টেপ্‌স্ হাড়খানি অন্তঃকর্ণের একটি পর্দার (Fenestra ovalis) বাহিরের গাত্রের সহিত সংযুক্ত।

(৩) **অন্তঃকর্ণ**—ইহার গঠন বড়ই জটিল। যে পর্দায় ষ্টেপ্‌স হাড়খানি সংযুক্ত থাকে তাহারই সম্মুখের অংশকে **ভেষ্টিবিউল** (Vestibule) বলা হয়। ভেষ্টিবিউলের একপার্শ্বে এবং উহার সহিত সংযুক্ত তিনটি **অর্দ্ধবৃত্তাকার নল** (Semi-circular canal) এবং অপর পার্শ্বে উহারই সহিত সংযুক্ত শম্বুকাকার **কর্ণকম্বু** (Cochlea)। ভেষ্টিবিউল, অর্ধবৃত্তাকার নল এবং কর্ণকম্বু এই তিনটিকে একত্রে **অস্থিময় ল্যাবিরিন্থ** (Osseous labyrinth) বলা হয়। ইহারই অভ্যন্তরে সমান আকারের ঝিল্লিময় ল্যাবিরিন্থ অবস্থিত। ঝিল্লিময় ল্যাবিরিন্থের বাহিরে **পেরিলিম্ফ** (Perilymph) এবং ভিতরে **এন্‌ডোলিম্ফ** (Endolymph) নামক তরল পদার্থ বর্তমান থাকে। এই ঝিল্লিময় ল্যাবিরিন্থের মধ্যে কেশযুক্ত বহু **সংবেদকোষ** (Sense cell with hair-like process) থাকে। কেশগুলি এন্‌ডোলিম্ফের ভিতর ছড়াইয়া থাকে এবং কোষগুলির চারিদিকে কর্ণনার্ভের (Auditory nerve) শাখা-প্রশাখা অসংখ্য সূক্ষ্ম সূক্ষ্ম তন্তু দ্বারা পরিবেষ্টিত থাকে। কর্ণকম্বুর ঝিল্লিহীন অংশে ভিন্ন ভিন্ন দৈর্ঘ্যের প্রায় তিন হাজার স্নায়ুতন্তু বর্তমান থাকে। ইহারা সকলেই কর্ণ-নার্ভেরই অংশীভূত।

কর্ণের কার্য—শব্দ হইলেই বায়ুতে তরংগ উৎপন্ন হয়। এই তরংগ বহিঃকর্ণের নালীর ভিতর দিয়া কর্ণপটহ এবং সংগে সংগে মধ্যকর্ণ-স্থিত হাড় তিনটিকে কম্পিত করে। এই কম্পন মধ্যকর্ণ হইতে অন্তঃকর্ণের তরল পদার্থে সঞ্চারিত হয় এবং কর্ণ-নার্ভকে উত্তেজিত করে। কর্ণ-নার্ভের সাহায্যে এই উত্তেজনা মস্তিষ্কে পৌঁছাইলে শব্দানুভূতি জন্মে।